

Dr. H. G. BRONN'S
Klassen und Ordnungen
des
TIER-REICHS,
wissenschaftlich dargestellt
in Wort und Bild.

Dritter Band. Supplement.
Tunicata (Manteltiere).

Begonnen von
Prof. Dr. Osw. Seeliger.

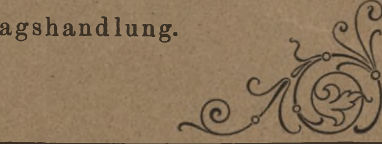
Zweite Abteilung.

Fortgesetzt von
Dr. G. Neumann
in Dresden-Plauen.

Mit auf Stein gezeichneten Abbildungen.

4. u. 5. Lieferung.

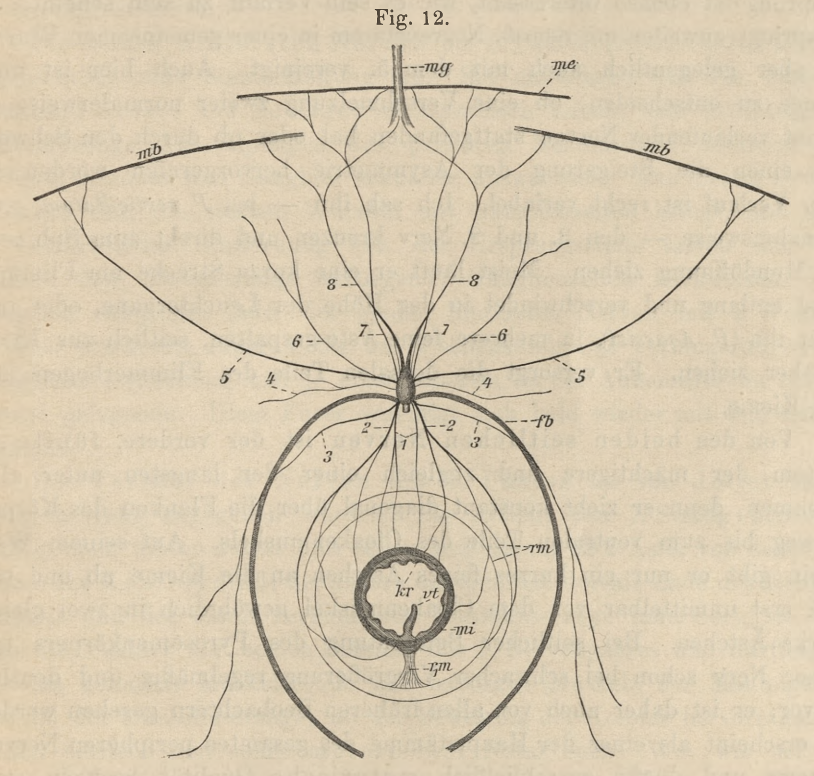
Leipzig.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1910.





barer Nähe des Ventraltentakels. Diese Tatsache veranlaßte vielleicht, wie schon bemerkt, Ussow, die basale bläschenförmige Erweiterung des Ventraltentakels als Gehörblase anzusehen. Ob dieser Ast den Ventraltentakel selbst innerviert, oder ob seine Fasern vielleicht in der „Mundkrause“ entlang ziehen und die in ihr verborgenen Sinneszellen (siehe unten, S. 56 ff.) versorgen, konnte ich nicht ermitteln. Mir gelang es nur, diesen Ast bis an die Basis des Ventraltentakels zu verfolgen und ihn hier breit und unverzweigt (scheinbar) enden zu sehen. Es versorgen demnach die beiden vorderen Nervenpaare ausschließlich die Mundregion, und sie dürften vorwiegend motorische Qualität besitzen.

Fig. 12.



Nervensystem von *P. verticillatum.* *1—8* = 1—8. Nervenpaar; *fb* = Flimmerbogen; *kr* = Mundkrause; *mb* = Cloacalmuskel; *me* = Sphincter der Egestionsöffnung; *mi* = Sphincter der Ingestionsöffnung; *mg* = Mantelgefäß; *rm* = Ringmuskelzüge; r_1m = Radiärmuskelfasern; *vt* = Ventraltentakel.

Das 3. Nervenpaar, stets schwächer entwickelt als die beiden anderen, entspringt seitlich am Vorderhirn meist mit gesonderter Wurzel, ist jedoch auch zuweilen mit der Wurzel des 2. Paares verschmolzen. Was den Verlauf anlangt, so ziehen beide Nerven direkt hinüber zum Flimmerbogen, wobei sie mit einem Zweige des 2. Nerven anastomosieren können, kreuzen dann den Flimmerbogen und teilen sich hierauf meist

in 2 Hauptäste, von denen der eine oft nach kurzem Verlaufe mehrfach fein verästelt an die ersten Kiemenspalten herantritt, während der andere zwischen Kieme und Flimmerbogen hinabsteigt und am ventralen Rande der Kiemenlamelle nach hinten verläuft, die ventralen Enden der Kiemenspalten innervierend und gleichsam unter sich verbindend. Der obere und mittlere, am Flimmerbogen hinziehende Teil entsendet zahlreiche feine Ästchen an dieses Organ. Ob auch die in der Nähe liegenden Leuchtorgane versorgt werden, habe ich nicht untersucht.

Der 4. Vordernerv ist der schwächste und kürzeste unter sämtlichen Stämmen. Er entspringt seitlich und mehr ventral als alle übrigen. Sein Ursprung ist ebenso interessant, wie es sein Verlauf zu sein scheint. Er entspringt zuweilen mit dem 3. Nervenstamm in einer gemeinsamen Wurzel, ist aber gelegentlich auch mit dem 5. vereinigt. Auch hier ist nicht immer zu entscheiden, ob eine Verschmelzung zweier normalerweise getrennt verlaufender Nerven stattgefunden hat oder ob durch den Schwund des einen die Steigerung der Asymmetrie hervorgerufen worden ist. Sein Verlauf ist recht variabel. Ich sah ihn — bei *P. verticillatum*, wohl ausnahmsweise — den 3. und 2. Nerv kreuzen und direkt zum Sphincter der Mundöffnung ziehen. Meist läuft er eine kurze Strecke am Flimmerband entlang und verschwindet in der Höhe der Leuchtorgane, oder man sieht ihn (*P. Agassizi*), in mehrere feine Äste gespalten, seitlich zur Kieme hinüber ziehen. Er versorgt die dorsalen Teile des Flimmerbogens und der Kieme.

Von den beiden seitlichen Nerven ist der vordere, fünfte bei weitem der mächtigere und zugleich einer der längsten unter allen Stämmen, denn er zieht konstant diagonal über die Flanken des Körpers hinweg bis zum ventralen Teile des Cloakenmuskels. Auf seinem Wege dahin gibt er nur ein kurzes feines Ästchen an die Kieme ab und teilt sich erst unmittelbar vor dem Cloakenmuskel gewöhnlich in zwei gleichstarke Ästchen. Bei seitlicher Betrachtung des Pyrosomenkörpers tritt dieser Nerv schon bei schwacher Vergrößerung regelmäßig und deutlich hervor; er ist daher auch von allen früheren Beobachtern gesehen worden. Er erscheint als einer der Hauptstämme des gesamten peripheren Nervensystems und dürfte ausschließlich motorische Qualität besitzen.

Der sechste, viel feinere Nerv entbehrt oft einer gesonderten Wurzel, verschmilzt vielmehr häufig mit dem 5. In einiger Entfernung vom Ganglion teilt er sich gewöhnlich in 2 Äste, von denen der eine seitlich zum dorsalen Teile der Kieme übertritt, der andere, längere, dagegen nach hinten zieht und sich bis in die Höhe des blutbildenden Organs verfolgen läßt. Vermutlich ist der 6. Nerv in seinen beiden Ästen ein Kiemennerv. Bei *P. spinosum* und *Agassizi* versorgen seine Ästchen auch den bei diesen Formen weit nach hinten ziehenden Flimmerbogen (siehe unten, S. 63 ff.).

Die beiden hintersten Nervenpaare, neben dem 2. und 5. Paare die mächtigsten, sind, soweit ihr Ursprung in Frage kommt, von allen Autoren

in übereinstimmender Weise dargestellt worden. Über den Verlauf macht jedoch nur für das erste Joliet Angaben.

Die beiden Nerven des 7. Paares sind ihrem Ursprunge nach Seiten-, nach ihrem Verlauf aber Hinternerven; denn sie entspringen seitlich in der hinteren Hälfte des Ganglions und verlaufen nahe der Medianebene schräg nach hinten, kreuzen in einiger Entfernung das 8. Paar, ohne daß etwa ein Austausch der Fasern stattfindet, ziehen dann unter dem dorsalen Mesenchymzellenhaufen hinweg bis hinunter an die dorsale Partie des Sphincters der Egestionsöffnung, kurz vor der Insertionsstelle in 2 oder 3 Äste sich gabelnd. Sie sind also wohl motorischer Natur.

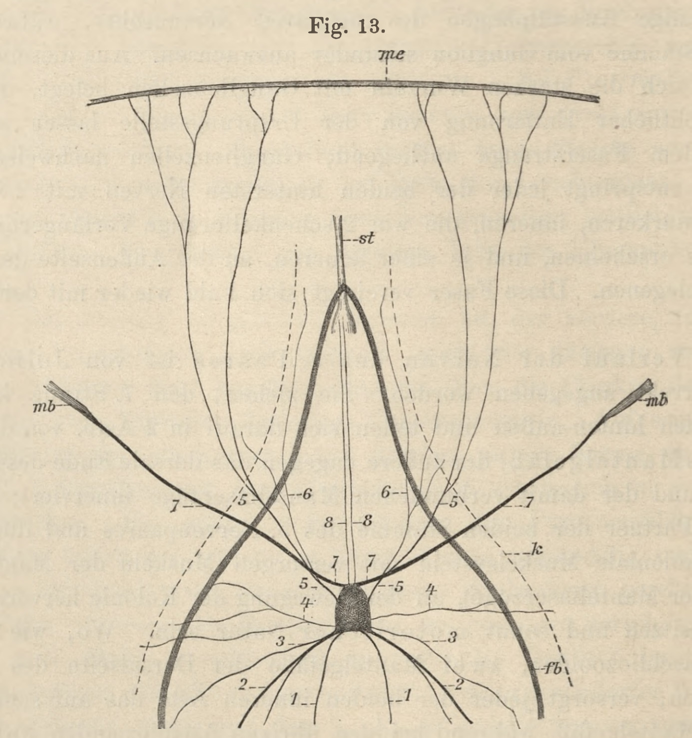
Die beiden hintersten Nerven (des 8. Paares) nehmen entwicklungsgeschichtlich eine Sonderstellung ein. Sie entstehen, wie das übereinstimmend Joliet und Seeliger nachgewiesen haben, sehr frühzeitig als röhrenförmige Ausstülpungen des primären Nervenrohrs, während alle anderen Stämme vom Ganglion sekundär auswachsen. Aus diesem Grunde erweisen sich die starken Wurzeln mit Ganglienzellen belegt, und noch in beträchtlicher Entfernung von der Ursprungsstelle lassen sich vereinzelt, dem Faserstrange aufliegend, Ganglienzellen nachweisen. Gewöhnlich entspringt jeder der beiden hintersten Nerven mit 2 Wurzeln, je einer stärkeren, inneren, die wie 2 schenkelförmige Verlängerungen des Ganglions erscheinen, und je einer feineren, an der Außenseite der Hauptwurzel gelegenen. Diese Faser vereinigt sich bald wieder mit dem Hauptstamme.

Der Verlauf der Nerven des 8. Paares ist von Joliet zuerst völlig korrekt angegeben worden. Sie ziehen, den 7. Strang kreuzend, schräg nach hinten-außen und teilen sich darauf in 2 Äste, von denen der innere das Mantelgefäß, der äußere dagegen das dorsale Ende des Cloakenmuskels und der damit verbundenen Mantelfaserzüge innerviert; sie sind also die Partner der beiden Stämme des 5. Nervenpaares und dürften, da sie das koloniale Muskelsystem mit versorgen (Muskeln der Mantelgefäße wie die der Mantelfaserzüge), an der Bewegung der Kolonie hervorragenden Anteil besitzen und somit motorischer Natur sein. Wo, wie bei den 4 Primärascidiozooiden, zwei Mantelgefäße der Dorsalseite des Körpers entspringen, versorgt jeder der beiden inneren Äste das auf seiner Seite liegende Mantelgefäß, während bei den übrigen Ascidiozooiden beide Äste an das eine Mantelgefäß herantreten.

Die vorstehenden Angaben gelten für alle Arten mit Ausnahme von *P. Agassizi* und *P. spinosum.* Diese beiden Formen zeigen in Verlauf und Innervierung einiger Hauptstämme bemerkenswerte Abweichungen, welche sich wesentlich aus der veränderten Lage des Cloacalmuskels bei diesen Arten erklären. Wie erwähnt, liegt dieser nicht zu beiden Seiten der Cloake, sondern mitten auf dem Peribranchialraume. Es ist nun bezeichnend, daß hier der Cloacalmuskel nicht vom 5. (ventral) und vom

äußeren Aste des 8. Nerven (dorsal) versorgt wird, sondern daß nur der mächtig entwickelte und völlig unverzweigte 7. Nerv, der stärkste unter allen übrigen, in das dorsale Ende des Cloakenmuskels mit aufgefaserter Wurzel eintritt. Nun entspringt bei den am Diaphragma liegenden Ascidiozooiden von *P. Agassizi*, wie S. 41 ff. ausgeführt wurde, an dieser Stelle je ein Mantelgefäß, dessen kräftig entwickelte Muskulatur dann ebenfalls von den rechtwinkelig auftreffenden Fasern dieses 7. Nerven versorgt wird (Taf. IV, Fig. 11). Der 5. Nerv dagegen, fast gleich mächtig entwickelt, kreuzt den 7. in unmittelbarer Nähe des Ganglions und zieht in zwei starken Ästen, die sich weiterhin noch ein- bis zweimal gabeln, zum Sphincter der Cloacalöffnung. Das 8. Nervenpaar endlich verläuft in jüngeren Ascidiozooiden in zwei äußerst feinen parallelen Fasern in der Mittellinie unverzweigt bis zu der Stelle, wo das verlängerte Stolorohr, mit welchem das Ascidiozooid und sein Muttertier in Verbindung stehen (siehe oben S. 19 und 20), in die dorsale

Fig. 13.



Muskelsystem von *T. Agassizi*. 1—8 = 1.—8. Nervenpaar; *fb* = Flimmerband; *mb* = Cloacalmuskel; *me* = Sphincter der Egestionsöffnung; *st* = Stolenverlängerung.

Körperwand einmündet. Da in alten Einzeltieren aber dies Verbindungsstück durchgeschnürt wird, verlieren diese beiden Nerven offenbar ihre Aufgabe, und sie scheinen deshalb rückgebildet zu werden; denn es gelingt in alten Ascidiozooiden auch mit stärkeren Vergrößerungen nur, die beiden Nerven eine kurze Strecke über das Ganglion hinaus zu verfolgen.

Somit ergeben sich beim Vergleich des Nervenverlaufs bei *P. Agassizi* und *spinosum* einerseits und den übrigen Arten andererseits folgende bemerkenswerte Unterschiede: Es vertritt bei *P. Agassizi* und *spinosum* der 5. Nerv (Innervierung des Sphincters der Egestionsöffnung) den 7. bei allen übrigen Formen. Dem 7. Nerv dagegen ist bei beiden Arten die Aufgabe zugefallen (Innervierung des Cloakenmuskels und der Mantelfaserzüge und Mantelgefäße), die der 5. (Cloakenmuskel ventral) und 8. (Cloakenmuskel dorsal, Mantelfaserzüge und Mantelgefäß) bei den übrigen Arten gemeinsam erfüllen. Der Ventralteil des Cloakenmuskels wird bei *P. Agassizi* und *spinosum* überhaupt nicht versorgt. Endlich erhält der 8. Nerv bei den beiden Formen eine spezielle Aufgabe: die Innervierung der larvalen Stoloverlängerung. Sie fällt bei allen anderen Arten weg (vgl. S. 13 ff.). Interessant ist jedenfalls, daß das Stolorohr am Körper beider Arten an derselben Stelle einmündet, wo bei den übrigen das Mantelgefäß austritt. Zu ihr zieht hier wie dort der 8. Nerv.

Schließlich besitzen alle Formen mit Ausnahme von *P. Agassizi* und *spinosum* jenen schon oben (S. 41) erwähnten unpaaren, median verlaufenden Strang, der von Joliet (1881, 1888) zuerst beobachtet, seiner Natur nach aber nicht sicher bestimmt wurde. Aufgebaut aus einer einzigen Reihe langgestreckter prismatischer Zellen mit stäbchenförmigen Kernen, entspringt dieser feine Zellfaden unmittelbar am hintern Rande der Flimmergrube aus dem entodermalen Flimmerepithel, zieht an der Basis der Rückenzapfen über die dorsale Kiemendarmwand hinweg und geht etwa beim zweiten bis vierten Rückenzapfen unvermittelt in einen ziemlich kräftigen Muskel über. Dieser verläuft weiter median nach hinten, steigt an der Rückseite des Ösophagus, dann an der inneren Cloacalwand hinter Magen und Darm hinab und tritt schließlich, meist in mehrere Äste sich auflösend, an den ventralen Teil des Sphincters der Egestionsöffnung heran. Es ist schwer zu sagen, welche Bewandtnis es mit dieser Bildung hat. Ein nervöses Organ stellt der erste Teil keinesfalls dar; er steht ja auch nicht, wie Joliet bereits bemerkt, direkt mit dem Ganglion in Verbindung.

Nach ihrem **histologischen Bau** lassen sich die Nerven in solche mit und ohne zellige Elemente trennen. Die große Mehrzahl der Nervenstämme setzt sich lediglich aus Nervenfasern zusammen. Diese entspringen in der „Punktsubstanz" des Gehirns, durchbrechen die periphere Ganglienzellschicht und verlaufen parallel und dicht gedrängt nebeneinander in der Längsrichtung des Nerven. Ob die Fasern des gesamten peripheren Nervenapparates im Ganglion direkt miteinander in Verbindung stehen, vermag ich nicht sicher zu entscheiden; mindestens wahrscheinlich wird das nach sagittalen Längsschnitten durch das Ganglion für die Fasern der stärkeren Nervenstämme, z. B. der hinteren und vorderen (vgl. Taf. IV, Fig. 8). Meist erscheinen die Fasern im Nerven wellig, stellenweise, und das gilt besonders für peripher liegende Fasern, sogar

geknickt, so daß der ganze Stamm dann ein geradezu dorniges Aussehen erhält. Es wäre aber auch nicht unmöglich, daß dieses Verhalten vielleicht nur durch die Konservierung hervorgerufen sei.

Mit Zellen sind nur die beiden Nerven des 8. Paares ausgestattet, und zwar bei allen Arten. Bei *P. Agassizi* und *spinosum* führen außerdem auch die beiden starken Stämme des 7. Nervenpaares in ihrer ganzen Länge zellige Elemente.

Was das 8. Nervenpaar anlangt, so entspringt dasselbe bei allen Arten, mit Ausnahme der beiden obengenannten Formen, mit zwei starken Wurzeln, die wie zwei schenkelförmige Verlängerungen des Hinterhirns erscheinen. Sie sind ihrer Hauptmasse nach aus länglichen bis spindelförmigen Zellen von geringer Größe aufgebaut (Taf. IV, Fig. 8). Im weiteren Verlaufe überwiegt die Fasermasse, und nur vereinzelt finden sich langgestreckte, stäbchenförmige Kerne eingebettet. Bei alten Tieren von *P. giganteum* mit den enorm verlängerten Schlundrohren fand ich allerdings auch die starken Wurzeln des 1. und 2., 5. und 7. Nervenpaares mit Zellen ausgestattet, die Nervenstämme selbst aber enthalten keine zelligen Elemente. Bei *P. Agassizi* und *spinosum* stellen die beiden Zweige des 8. Nervenpaares dagegen zwei äußerst feine Fädchen aus einzeilig hintereinander gereihten winzigen Nervenzellen von Spindelform dar (Textfig. 13, S. 52), die den beiden Fasern ein knotiges Aussehen verleihen.

Der starke und völlig unverzweigte 7. Nerv beider Formen ist vornehmlich am Ende reich mit Zellen ausgestattet. Besonders dicht scharen sich hier runde, birn- und spindelförmige Zellen bei den Ascidiozooiden, deren Mantelgefäße rückgebildet sind (siehe oben S. 41 ff.). Pferdeschweifähnlich aufgefasert tritt der 7. Nerv in den Cloakenmuskel ein und ist an dieser Stelle auffällig reich mit Zellen versehen. Wo dagegen die Muskulatur des persistierenden Mantelgefäßes mit versorgt wird, sehen wir die völlig auseinandergetretenen und mit dreieckig verbreiterten Enden (siehe S. 55) ausgestatteten Nervenfasern sehr vereinzelt mit stab- oder spindelförmigen Kernen versehen (Taf. IV, Fig. 11 *n* 7). Es erweckt den Anschein, als ob bei der Veränderung, welche die Nervenfasern bei der Rückbildung der Muskulatur der Mantelgefäße erfahren, eine Vermehrung der zelligen Elemente in den Nerven stattfände.

Alle von den Hauptstämmen abzweigenden feineren und feinsten Nervenästchen zeichnen sich durch winzige, spindelförmige Knotenanschwellungen aus. Verzweigt sich solch feines Ästchen wieder, dann tritt an der Wurzel stets eine dreieckige Verbreiterung der Nervenmasse auf (Taf. V, Fig. 3).

Auf die Herkunft der Zellen in den beiden hintersten Nerven (des 8. Paares) dürfte die Entstehung der letzteren einiges Licht werfen. Wie erwähnt, wurden sie übereinstimmend von Joliet und Seeliger als röhrenförmige Ausstülpungen des primären Nervenrohrs nachgewiesen. Aus diesem Grunde werden wir die Zellen hier als Ganglienzellen anzusehen

haben. Wie es sich in dieser Beziehung mit dem 7. Nerv bei *P. Agassizi* und *spinosum* verhält, vermag ich zurzeit nicht anzugeben.

Über die **Nervenendigungen** ist bisher nichts Sicheres bekannt geworden. Ussow (1876) allein berichtet über den Eintritt von Nervenfasern in besondere Sinneszellen; doch soll erst im nächsten Abschnitt auf diese Angabe genauer eingegangen werden. Auch über die Art des Nervenverlaufs im normalen Entodermepithel ist nichts ermittelt. Daß solche primitive Verzweigungen vorkommen, erscheint zweifellos, wahrscheinlich sind sie sogar häufiger als die in besonderen Sinneszellen (siehe unten).

Was endlich die Endigungsweise motorischer Fasern an den Muskeln betrifft, so wurden auch darüber bisher keinerlei Angaben gemacht. Nach meinen Beobachtungen treten die betreffenden Nerven in den meisten Fällen ohne besondere Endapparate an die Muskelfasern heran, um mit ihnen zu verschmelzen, so z. B. an den Sphincteren der Mund- und Egestionsöffnung. Dasselbe gilt für den mächtig entwickelten 7. Cloakenmuskelnerv bei *P. Agassizi.* Die Fasern des fein aufgefaserten Nerven verbinden sich schlechthin mit den in gleicher Richtung ziehenden Muskelfasern des an dieser Stelle ebenfalls aufgelösten Cloakenmuskels. Komplizierter gestaltet sich hier die Endigungsweise nur bei denjenigen Ascidiozooiden von *P. Agassizi,* welche noch mit Mantelgefäßen ausgestattet sind (vgl. oben, S. 41 ff.). Die Nervenfasern treten senkrecht zur Längsrichtung des Muskels und Mantelgefäßes an die Muskelfibrillen mit dreieckig-plattenförmigen Verbreiterungen, und zwar so, daß je eine Nervenfaser sich mit einer Muskelfaser verbindet (Taf. IV, Fig. 11). Die dreieckigen Endorgane sind aus einem wenig färbbaren, grobgranulierten Plasma aufgebaut, in welchem nur vereinzelt ein Kern zu beobachten ist. Bekanntlich sind auch bei anderen Tunicaten (Appendicularien, *Doliolum*) ähnliche Verbreiterungen der nervösen Substanz bei Muskelnerven nachgewiesen worden. Auffällig erscheint, daß nur die noch mit Mantelgefäßen ausgestatteten Ascidiozooiden diese Endigungsweise besitzen, während sie den Einzeltieren fehlt, welche ihre Mantelgefäße samt deren Längsmuskulatur rückgebildet haben. Wir dürfen vielleicht daraus schließen, daß jene kompliziertere Verbindungsweise zwischen Nerven- und Muskelfibrille auch eine innigere und darum wirksamere ist. Ferner erhellt aus dem geschilderten Verhalten, daß mit der Rückbildung der Muskulatur der Mantelgefäße auch eine solche der dreieckigen nervösen Endorgane Hand in Hand geht. Gleichzeitig ändert sich auch der Verlauf der Nerven- und Muskelfasern zueinander.

VI. Die Sinnesorgane.

Unsere Kenntnis über die Sinnesorgane der Pyrosomen ist noch sehr gering. Seit langem ist das „Auge“ bekannt, dessen Bau besonders von Ussow (1876) als recht verwickelt gekennzeichnet worden ist. Derselbe

Forscher macht auch Angaben über Sinnes- bzw. Tastzellen. Endlich erblickt Ussow in der Subneuraldrüse und ebenso in der basalen bläschenförmigen Erweiterung des Ventraltentakels je eine Gehörblase.

In diesen Deutungen ist ihm keiner der nachfolgenden Autoren gefolgt. Obschon die Bedeutung der Hypophysisdrüse noch völlig rätselhaft ist, wird sie jedenfalls nicht als Otolithenblase gedeutet werden dürfen. Es fehlt ihr vor allem jede Innervierung. Der Zusammenhang mit dem Ganglion ist kein nervöser. Endlich erscheint sie normalerweise nie als ein mit kugeligen Körperchen angefülltes Bläschen, wie Ussow (1876, Taf. I, Fig. 7) es darstellt. Wohl führen die Zellen dieses Gebildes wiederholt stark färbbare Einschlüsse (Taf. IV, Fig. 8, *sd*), zuweilen treten auch Lückenräume auf; ich glaube jedoch, daß es sich in beiden Fällen um einen beginnenden Zerfall handelt.

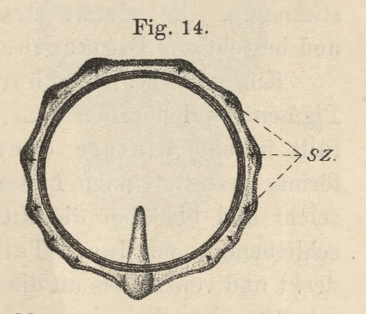
Was die basale bläschenförmige Erweiterung des Ventraltentakels anlangt, so handelt es sich hierbei allerdings um einen Hohlraum, der aber nicht, wie Ussow es zeichnet, vom Ventraltentakel getrennt, sondern als Erweiterung der primären Leibeshöhle mit dem Blutraume des Tentakels selbst natürlich verbunden und demgemäß nicht mit Otolithen, sondern mit Blutzellen erfüllt ist. Veranlassung zu der Deutung gab vielleicht die Tatsache, daß der starke Außenast des 2. Nervenpaares in diese Region der Mundpartie einstrahlt (vgl. oben S. 49).

1. Die Tastorgane.

Auf Taf. VII, Fig. 47 bildet Ussow (1876) in seiner leider russisch geschriebenen Abhandlung einen „Endapparat des unteren (hinteren?) Nervenpaares“ ab, bestehend aus Nervenstrang und einigen lose mit diesem verbundenen „großen protoplasmatischen Zellen“ von unregelmäßig birn-, stern- und pseudopodienartiger Gestalt. Ich habe ähnliche unregelmäßig konturierte Zellen wiederholt beobachtet, kann in ihnen aber keine Sinnes-, sondern nur Blutzellen erblicken. Es fehlt ihnen die Verbindung mit den Nerven, die in ihrer Nähe etwa vorüberziehen, und ferner lassen sich alle Übergänge von den rundlichen bis zu diesen langgestreckten, pseudopodienartigen, stark färbbaren Blutzellen nachweisen. Ich möchte deshalb glauben, daß Ussow ein Irrtum untergelaufen sei. Von vornherein erscheint es natürlich so gut wie ausgeschlossen, daß das Hautepithel des Pyrosomenkörpers von Tastzellen vollkommen frei sein sollte, zumal andere pelagische Tunicaten, insbesondere *Doliolum* und *Salpa*, zum Teil recht hoch entwickelte Tastapparate besitzen. Vielleicht erklärt sich dieses abweichende Verhalten der Pyrosomen noch dahin auf, daß mindestens ein Teil der von Salensky und Seeliger zuerst beschriebenen Ectodermzellen mit „Secretfäden“ (vgl. oben S. 37) Sinnes- bzw. Tastzellen sind. Secretfäden und Tasthaare dürften beim konservierten Material nicht in allen Fällen sicher zu unterscheiden sein, und die feinen Nervenästchen, welche die Sinneszellen innervieren müßten, werden nicht immer erhalten sein.

Seeliger selbst verleiht übrigens diesem Gedanken bei Besprechung der von ihm beobachteten Tastzellen von *Ciona* schon Ausdruck (vgl. Bronn, Bd. III, Supplement, S. 323). Mich bestärkt in jener Annahme die Tatsache, daß sich im Ectoderm der Mundöffnung solche zweifelhafte Zellen finden, und zwar je eine vor einem der oben (S. 40) erwähnten Zipfelchen der Mundkrause (Textfig. 14). Diese Zellen (Taf. V, Fig. 2) sind nicht immer scharf von den Taf. IV, Fig. 3 abgebildeten Zellen mit Secretfäden zu unterscheiden. Auch die eigentümliche Zellgruppierung — zwei flankierende Zellen mit birnförmigem Kern — kehrt wieder, eine Anordnung, welche unmittelbar an die seit langem bekannten Sinneszellengruppen [Keferstein und Ehlers (1861), Grobben (1882), Uljanin (1884)] in den Mundläppchen von *Doliolum* erinnert. Der charakteristische Zellfortsatz, in welchem ich zu wiederholten Malen einen distinkten, starren Faden beobachtet habe, durchbricht den dünnen Cellulosemantel, tritt also an der die Mundöffnung begrenzenden Seite der Läppchen aus, wo allein Tastfäden ihren Zweck erfüllen könnten. Wenn es mir nicht gelungen ist, an diese Zellen Nerven herantreten zu sehen, so könnte immerhin der Konservierungszustand des Materials nicht derart gewesen sein, daß die feinsten Nervenästchen erhalten wurden.

Fig. 14.



Mundpartie von *P. verticillatum* mit den Sinneszellen in den Mundläppchen. *SZ* = Sinneszellen.

An zwei sich (symmetrisch) gegenüberliegenden Stellen der oberen Mundpartie von *P. Agassizi* vermochte ich Zellen nachzuweisen, die ich ebenso wie jene in den Mundläppchen für Sinneszellen halten möchte (Taf. V, S. 1). Es handelt sich um je eine relativ große dem Ectoderm zugehörige Zelle von birnförmiger Gestalt mit einem basalen, sichelförmigen Kerne. In dem gegenüberliegenden zugespitzten Plasmakörper entspringt ein intensiv färbbarer, anscheinend starrer Faden, der, zunächst noch vom Zellplasma umhüllt, in den Cellulosemantel eintritt. Von benachbarten Secretzellen sind diese Sinneszellen scharf zu unterscheiden; es fehlen den letzteren einmal die beiden Nachbarzellen, auch zeigt der kürzere Tastfaden nicht jenen geschlängelten Verlauf der Secretfäden.

Eine gewisse Armut an Tastzellen scheint aber doch dem Pyrosomenkörper eigen zu sein. Sie wird vielleicht verständlich, wenn man bedenkt, daß bei ihnen der schützende Cellulosemantel eine ungleich mächtigere Entwickelung erfahren hat als bei den übrigen pelagischen Tunicaten.

2. Das Sehorgan.

Das sogenannte Auge wurde zuerst von Huxley (1851) aufgefunden, aber als Otolithenblase gedeutet. Wenn dieser Forscher in seiner späteren Arbeit (1860) ausdrücklich erwähnt, daß er bei *P. giganteum* dieses Organ

nicht habe nachweisen können, so dürfte dies nur darauf zurückzuführen sein, daß das Pigment extrahiert war. Denn schon im folgenden Jahre berichteten Keferstein und Ehlers (1861) von „einem verschieden gestalteten carminroten Pigmentfleck“ am hinteren oberen Teile des Hirns, „der bei *P. giganteum* oft die Gestalt eines mit seiner Öffnung nach vorn sehenden Hufeisens hat“ (S. 76). In der Folgezeit hat dann besonders Ussow (1876) einen recht komplizierten Bau des Auges angegeben. Er zeichnet (Taf. II, Fig. 8*B*) einen Längsschnitt durch das Sehorgan, nach welchem dasselbe sogar mit Cornea und Linse ausgestattet ist, Befunde, welche von den nachfolgenden Autoren nicht bestätigt werden konnten.

Das Auge läßt sich bei allen bisher bekannt gewordenen Formen nachweisen und zeigt im Bau bei den einzelnen Formen große Übereinstimmung. Es nimmt stets den hinteren unteren Gehirnabschnitt ein und besteht aus Pigmentbecher, Retina und Augenteil des Gehirns.

Ein „Pigmentbecher“ von carmin- bis braunrotem, körneligem Pigment, welcher den zum Auge umgebildeten Gehirnteil überzieht, zerfällt in eine hintere obere Partie, die, median gelegen und muldenförmig gestaltet, nach hinten bis an die Dorsalseite des Ganglions heranreicht und bis über die Mitte desselben vordringt, und in einen sich daran schließenden vorderen Teil, welcher die seitlichen unteren Hirnteile bedeckt und ventral bis an die Flimmergrube heranreicht, sich aber hier nicht schließt. Nur bei einigen besonders gut erhaltenen Exemplaren habe ich in dem feinkörnigen Pigment auf Schnitten chromatinreiche Zellkerne von länglicher Form angetroffen. Sie sind kleiner und erscheinen intensiver färbbar als die Kerne der benachbarten Ganglienzellen, denen sie sonst sehr gleichen. Wir dürfen sie daher mit Seeliger (1895) wohl als „besonders differenzierte Elemente der peripheren Schicht des Ganglions selbst betrachten“.

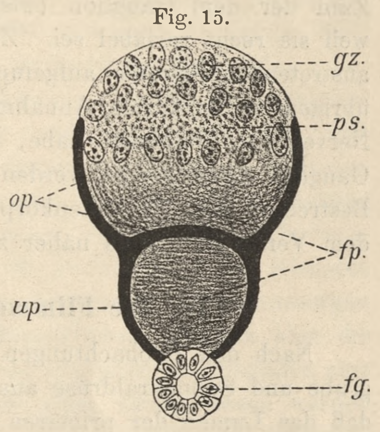
Ein mittlerer sagittal geführter Längsschnitt durch das Ganglion (Taf. IV, Fig. 8) trifft daher nur die hintere muldenförmige Partie des Pigmentbechers in ihrer Längserstreckung; ein Querschnitt durch den hinteren Teil des Ganglions läßt die muldenförmige Ausbildung dieses Pigmentteils erkennen, an welchen die beiden seitlichen Partien des vorderen sich anschließen (Textfig. 15). Bei Betrachtung des Ganglions von der Ventralseite zeigen endlich die letzteren im optischen Längsschnitt jene Hufeisenform.

Dem Pigmentbecher liegt nach innen zu überall eine Retina auf, die wohl nur im konservierten Ganglion zuweilen von jenem als feines schwarzes Häutchen abgehoben erscheint. Leider reichte offenbar die Konservierung meines Materials nicht aus, um Einzelheiten in diesem vergänglichen Organ zu erkennen. Seeliger (1895) konnte an dem von der Plankton-Expedition gesammelten Material ebenfalls nichts über den Aufbau der Retina ermitteln; er fügt seinem Bericht aber die Worte bei:

„Bei früherer Gelegenheit aber habe ich in ihr deutlich mit Sehstäbchen ausgezeichnete Zellen zu erkennen vermocht, die mit Ganglienzellen des Gehirns in Verbindung zu stehen schienen“ (S. 23).

Der zum Sehorgan umgebildete Gehirnabschnitt ist, soviel ich sehe, zuerst und am zutreffendsten von Lahille (1890) dargestellt worden, während Joliet und Seeliger denselben offenbar übersehen haben, wenn nicht, was ich vermute, die von Seeliger erwähnten „Sehstäbchen“ mit dem gleich zu beschreibenden Fibrillenplexus (Lahille) identisch sind. Lahille ist der Ansicht, daß im Pyrosomenhirn in Wirklichkeit zwei miteinander verschmolzene Ganglien vorhanden seien, von denen das vordere, sphärische über der Flimmergrube liege und außer 3 Nervenpaaren einen hinteren Fibrillenplexus entsende, der dem Hinterabschnitt der Flimmergrube dicht aufliege. Er bezeichnet dieses Ganglion als „ganglion cérébroide“. Das hintere Ganglion sei konisch und mit dem vorderen durch zwei Fibrillenstränge eng verbunden; es soll dem Fibrillenplexus aufliegen und zwei Nervenpaare nach den Eingeweiden senden, weshalb es als Eingeweideganglion („ganglion visceral“) bezeichnet wird. Schließlich glaubt Lahille aus der Zahl der vom „Gehirnganglion“ ausstrahlenden Nerven folgern zu müssen, daß auch das letztere aus zwei verschmolzenen, ursprünglich getrennten Ganglien hervorgegangen sei. Ohne zunächst auf die hier von Lahille behaupteten Verschmelzungen und die daraus sich ergebenden Folgerungen einzugehen, muß hervorgehoben werden, daß der von Lahille beobachtete, vom Vorderhirn ausgehende Fibrillenplexus tatsächlich existiert (Taf. IV, Fig. 8, *fb*). Noch mehr: Wir sehen, wie derselbe von einem an der vorderen ventralen Gehirnpartie gelegenen dichten Haufen von Ganglienzellen ausgeht, um in die (im medianen Längsschnitt nicht sichtbaren) seitlichen und vorderen Teile der Retina einzustrahlen. Ein zweiter, auch von Lahille übersehener Fibrillenplexus geht von den ventral gelegenen Ganglienzellen des „Eingeweideganglions“ aus und verläuft in die Retina des hinteren, muldenförmigen Pigmentüberzuges. Die Fasern beider Plexus sind auf Schnitten ebenso wie schon am aufgehellten Ganglion scharf von der Punktsubstanz zu unterscheiden. Sie verlaufen mehr oder weniger parallel zueinander, besonders die des unteren, oder bilden einzelne Schwärme, die sich zuweilen auch durchringen. Ich zweifle nicht, daß wir es hier mit Gehirnteilen zu tun haben, die speziell dem

Fig. 15.



Halbschematischer (dorsoventraler) Querschnitt durch das Ganglion von *P. verticillatum*.

fg = Flimmergrube; *fp* = Fibrillenplexus; *gz* = Ganglienzellen; *op* = oberer hinterer Pigmentteil; *up* = unterer seitlicher Pigmentteil; *ps* = Punktsubstanz.

Auge zugehören. Es dürfte vielleicht die charakteristische Anhäufung von Ganglienzellen am Vorderhirn geradezu als ein Augenganglion aufzufassen sein.

Der von Lahille vertretenen Auffassung über die Verschmelzung dreier Ganglien tritt Seeliger aus mehreren Gründen, denen man sich nicht wird verschließen können, entschieden entgegen. Erstlich rechtfertige die ontogenetische Entwickelung des Ganglions jene Ansicht deshalb nicht, weil sowohl die primäre Nervenblase als auch von dieser aus das definitive Ganglion als einheitliche Gebilde entstünden. Ferner gestatte auch die Zahl der dem Ganglion entspringenden Nerven keinen solchen Schluß, weil sie recht variabel sei. Zudem habe Lahille nicht alle selbständig austretenden Stämme aufgefunden, und es müßten, wollte man an der übrigens willkürlichen Annahme, daß jedes ursprüngliche Ganglion zwei Nervenpaare besessen habe, festhalten, vier miteinander verschmolzene Ganglien angenommen werden. Seeliger erklärt jene Ansicht aus dem Bestreben, den Tunicatenkörper als segmentiert zu erweisen und damit dem Vertebratentypus näher zu bringen.

VII. Die Flimmergrube und Subneuraldrüse.

Nach den Beobachtungen Seeligers (1889) entwickeln sich Flimmergrube und Subneuraldrüse aus dem primären Nervenrohr, und zwar so, daß das Lumen der primären Nervenblase zum Kanal der Flimmergrube wird, während später an der Ventralseite der letzteren durch Ausstülpung oder Wucherung der Zellen die Subneuraldrüse sich bildet. Eine gleiche Entstehung beider Organe wurde auch für andere Tunicaten (*Ascidien*, *Doliolum*) nachgewiesen, weshalb die abweichende Angabe Salenskys (1892), daß die Flimmergrube vom Kiemendarme aus entstehe, vielleicht doch auf einem Irrtum beruhen dürfte.

1. Die Flimmergrube.

Die Flimmergrube (ciliated sac, Huxley; tube neural, Lahille; sac cilié, organe olfactif, Joliet) liegt dicht ventral unter dem Ganglion in der Mediane des Körpers. Ihr Vorderabschnitt stellt eine mehr oder weniger stark konvex nach oben gekrümmte feine Röhre von etwa elliptischem Querschnitt dar, deren Lumen gegen den Kiemendarm hin sich allmählich trichterförmig erweitert und bei allen Arten mit Ausnahme von *P. Agassizi* und *spinosum* am Ursprung des Flimmerbogens in den Kiemendarm mündet (Taf. IV, Fig. 8). Nur bei den genannten beiden Formen erscheint ferner auch der Vorderabschnitt nicht wie bei den übrigen Formen zur größeren Hälfte mit der Ventralseite des Ganglions verwachsen. Dieser wendet sich vielmehr in fast rechtwinkeliger Krümmung von der Unterseite des Ganglions weg und steigt geradegestreckt und nahezu senkrecht zum Kiemendarm hinab (vgl. Taf. II, Fig. 1, *g*). Die Wand der Röhre besteht durchweg aus einem einschichtigen Epithel hoher prismatischer

Zellen mit länglichen Kernen. Nur vorn, wo das Epithel in den Kiemendarm übergeht, und ebenso am hinteren Ende des Lumens werden die Zellen niedriger, etwa kubisch (Taf. IV, Fig. 8). Die Hauptmasse der den Hohlraum begrenzenden Zellen trägt lange Geißeln, welche im konservierten Tier stets nach hinten gerichtet und meist durch einen intensiv färbbaren Schleim verklebt erscheinen. Im hintersten Teile der Röhre fehlt die Bewimperung. Die hintere, mit dem Ganglion fest verwachsene Hälfte fand ich bei den erwachsenen Tieren aller Arten mit Ausnahme wieder derer von *P. Agassizi* und *spinosum* zu einem soliden Strange ausgezogen, während in den Knospen das Lumen verschmälert bis an das blind geschlossene Ende reicht. Lahille (1890) und auch Seeliger (1895) fanden dagegen offenbar das Lumen weiter nach hinten reichend.

Bekanntlich ist die physiologische Bedeutung der Flimmergrube der Tunicaten zwar vielfach erörtert, aber noch keineswegs völlig aufgeklärt worden. Man erblickt in diesem Organ entweder ein Geruchs- bzw. Geschmacksorgan oder ein Excretionsorgan. Der ersteren Auffassung neigt für Pyrosomen auch Joliet (1888, organe olfactif) zu. Wie Seeliger (1895) zutreffend bemerkt, kann nur die Beobachtung des lebenden Tieres darüber Aufschluß geben. Für die Auffassung als Sinnesorgan würde die Lage des Organs oberhalb der Mundöffnung, dagegen aber die Tatsache sprechen, daß bei *Pyrosoma* wie bei den anderen Tunicaten eine Innervierung der Flimmergrube bisher noch nicht nachgewiesen werden konnte. Betrachtet man sie als Excretionsorgan, so muß dem entgegengehalten werden, daß Schleimzellen nicht wahrzunehmen sind. Nach unseren Vorstellungen würden die etwa secernierten Schleimmassen durch die Flimmerbewegung des Flimmerbogens und des Endostyls dem Ösophagus zugeführt werden müssen. Dieser Auffassung könnte aber der anatomische Befund bei *P. Agassizi* und *spinosum* widersprechen. Bei beiden Formen entspringen, wie erwähnt, die Flimmerbänder nicht an der Einmündung der Flimmergrube in den Kiemendarm, sondern auf der Dorsalseite des Körpers, beim ersten Rückenzapfen (vgl. Textfig. 13, S. 52).

Mindestens ebenso dunkel und viel erörtert wie die physiologische Bedeutung der Flimmergrube ist die Frage nach der Homologie dieses Organs. Die oft gebrauchte Bezeichnung „Hypophysis“ gründet sich auf die von mehreren Forschern vertretene, von anderen wieder bestrittene Ansicht, daß sie das Homologon der Vertebratenhypophysis sei. Auch an anderen Deutungen des morphologischen Wertes fehlt es nicht, so daß die Frage nach der Homologie der Flimmergrube als nicht geklärt und widerspruchsvoll bezeichnet werden darf.

2. Die Subneuraldrüse.

Die Subneuraldrüse erscheint als kleines, halbkugeliges Zellgebilde an der Ventralwand der Flimmergrube, wo sie sich als Ausstülpung oder Wucherung der Basalwand auf frühen Stadien gebildet hat. Wie den

hinteren Teil der Flimmergrube, mit dem sie fest verwachsen erscheint, traf ich sie selbst auch stets solid, als Zellknopf, nicht als Bläschen an. Wenn Ussow (1876) die Neuraldrüse als Otolithenblase deutet (vgl. oben, S. 56), welche eine Anzahl runder Einschlüsse führt, und Seeliger (1895) schreibt, daß er einigemal im Innern des Bläschens kleine rundliche und kugelähnliche Gebilde wahrgenommen habe, welche Otolithen äußerst ähnlich sahen, so kann ich diese Befunde nicht bestätigen. Von Otolithen kann keine Rede sein. Wohl aber enthalten einige der Zellen stets sehr stark färbbare, körnige Einschlüsse, oder die Zellen selbst erscheinen in solche Partikel zerfallen, und Lücken treten auf. In diesem Falle erweist sich auch die Wand der Subneuraldrüse meist stark gefaltet, was auch Seeliger oft beobachtet hat, und ich möchte annehmen, daß es sich dabei um einen beginnenden Zerfall des Organs handelt oder vielleicht gar nur um Kunstprodukte infolge mangelhafter Konservierung des vergänglichen Organs. Die Zellen der Subneuraldrüse unterscheiden sich sonst von denen der Flimmergrube in keiner Weise; es sind etwa kubische Epithelzellen. Von Drüsenzellen habe ich in der Subneuraldrüse beim erwachsenen Tier nichts gesehen, es sei denn, daß jene Zellen mit den Einschlüssen als solche anzusehen wären. In jungen Tieren sollen die Zellen Drüsenzellen ähnlich sein (Seeliger).

Die physiologische Bedeutung der Subneuraldrüse ist noch nicht aufgeklärt. Es wird vermutet, daß sie entweder ein Excretions- oder ein Sinnesorgan (Otolithenblase) sei. Auch die Frage nach der Homologie des Organs hat noch keine befriedigende und einheitliche Beantwortung gefunden.

VIII. Der Kiemendarm.

Der Kiemendarm ist das umfangreichste Organ des Pyrosomenkörpers. Man kann ihn wie bei den Ascidien in zwei hintereinander gelegene Teile gliedern: In einen vorderen, von Kiemenspalten nicht durchbrochenen Abschnitt, der sich an die Mundöffnung anschließt, das sogen. Schlundrohr oder die Präbranchialzone, und in einen dahinter gelegenen, seitlich von zahlreichen Spalten durchbrochenen kastenförmigen Raum, den eigentlichen Kiemendarm. Beide Teile weisen charakteristisch ausgebildete Organe, eigentümlich differenzierte Partien der Wandungen auf. Im hinteren Teile des Vorderabschnittes (des Schlundrohrs) verläuft bogenförmig stets jenes Wimperorgan, welches als Flimmerbogen oder Flimmerband bezeichnet wird. An der Ventralseite des geräumigen Kiemendarms breitet sich der komplizierte Endostyl aus, während die Rückseite mit sogenannten Rückenzapfen ausgestattet erscheint. Die Hinterwand endlich wird vom Ösophagus durchbrochen und besitzt ebenfalls einen medianen Wimperstreifen, den Flimmerkamm oder die Mundrinne.

Das Größenverhältnis des vorderen und hinteren Abschnitts schwankt bei den einzelnen Arten beträchtlich. Wir kennen einerseits Formen mit recht kurzer Präbranchialzone (*P. atlanticum*, *verticillatum*, *triangulum*, *operculatum*, *Agassizi*, *spinosum*) und haben andererseits einige Arten, wo ein kaminförmig ausgezogenes Schlundrohr die Länge des Kiemendarms nicht nur erreicht, sondern um ein Mehrfaches übertrifft (*P. aherniosum*, *giganteum*, *ovatum*).

Die Form des Kiemendarms (würfelig, prismatisch, eiförmig usw.) erleichtert wesentlich das Erkennen der einzelnen Arten und kann daher systematisch verwertet werden.

1. Die Präbranchialzone des Kiemendarms.

Die Präbranchialzone des Kiemendarms schließt sich an die Mundhöhle, an jenen unmittelbar hinter der Ingestionsöffnung gelegenen, von der Mundkrause und dem Ventraltentakel begrenzten Raum und reicht bis an den Vorderrand der beiden ersten Kiemenspalten, wo Kiemendarm= und Peribranchialwand miteinander verwachsen sind. Durch den Flimmerbogen wird dieser Abschnitt in zwei Teile geteilt, von denen der vordere den hinteren um so mehr an Größe übertrifft, je länger das Schlundrohr ausgezogen erscheint. Die Lage des Flimmerbogens ist offenbar völlig unabhängig von der (erst später eintretenden) Verlängerung des Schlundrohrs; denn die Entfernung des Flimmerbogens von der Kieme ist bei allen Formen nahezu dieselbe.

Die Wandung des präbranchialen Abschnitts ist ein feines, einschichtiges Plattenepithel. Von der Fläche betrachtet (Taf. V, Fig. 4), gewahrt man meist rundliche, zuweilen einseitig biskuitförmig eingeschnürte Kerne. Das dieselben umhüllende feinkörnige Plasma erscheint im ganzen Bereich des Schlundes seiner Hauptmasse nach in den einzelnen Zellen zu ein oder zwei Strängen angeordnet. Zellgrenzen sind nicht erkennbar, Kern und Plasma nehmen schwer Farbstoffe an. Überblickt man mit schwächerer Vergrößerung das Epithel, so erkennt man, daß die Plasmastränge nicht nur nahezu unter sich parallel, sondern auch senkrecht auf der Längsachse des Schlundrohrs stehen. Sie ergeben somit zusammengenommen gewissermaßen Plasmazüge, welche circulär um das Schlundrohr ziehen.

a. Der Flimmerbogen.

Der Flimmerbogen wurde schon von Lesueur (1815) bei *P. giganteum* beobachtet, aber für ein Nervenästchen gehalten. Savigny (1816) definiert ihn als „sillon circoncrivant l'entrée de la cavité branchiale“, während er von Huxley als „peripharyngeal ridge“ oder „ciliated band“ genauer beschrieben wurde. Die französischen Autoren bezeichnen den Flimmerbogen als „anneau peripharyngien“ (Joliet) oder „sillon perico-

ronal“. Im Deutschen sind auch die Namen Flimmerband, Flimmerrinne, Wimperbogen für dieses Organ gebräuchlich.

Im Bau des Flimmerbogens herrscht bei den einzelnen Pyrosomenformen große Übereinstimmung. Das Organ besteht, wie Querschnitte zeigen, seiner ganzen Länge nach aus einer Schicht cylindrischer Wimperzellen, die sich, vom umgebenden Plattenepithel scharf abgesetzt, mit der stark bewimperten Fläche bogenförmig nach innen (gegen das Kiemendarmlumen) vorwölben. Von der Fläche betrachtet, erkennt man weiter (Taf. V, Fig. 6), daß es sich um Zellen handelt, die in der Richtung des Organs beträchtlich in die Länge gestreckt und mit langen, stäbchenförmigen Kernen ausgestattet sind.

In der Jugend liegen sie regelmäßig zu Gruppen, die durch Zwischenräume getrennt erscheinen, beisammen. Später, bei weiterem Wachstum des Organs, schieben sich die Zellen zwischeneinander ein, doch so, daß noch immer alle parallel nebeneinander in der Längserstreckung des Organs angeordnet sind. Die Zahl der nebeneinander liegenden Kerne beträgt bei den erwachsenen Tieren etwa 8—12. Während die stäbchenförmigen Wimperzellen an dem der Mundöffnung zugekehrten Rande des Flimmerbogens scharf von dem Plattenepithel abgesetzt erscheinen, geht an der nach den Kiemen zu gerichteten Seite das Wimperepithel allmählich in das letztere über. Schon die Kerne der äußeren 2 – 3 Zellenreihen werden unter Abflachung kürzer und breiter und erscheinen von der Fläche elliptisch oder rundlich.

Was den Verlauf des Flimmerbogens anlangt, so nähern sich sowohl dorsal wie ventral die beiden den Schlund bogenförmig umgreifenden Hälften, um schließlich in der Medianlienie hier wie dort zusammenzustoßen. Ventral geschieht die Vereinigung an der Spitze des Endostyls, und zwar nur über eine sehr kurze Strecke. Alsdann weicht das Flimmerepithel wieder zur Bildung der Längsflimmerbänder auseinander, welche parallel auf dem dorsalen Rande des Endostyls nach hinten ziehen und funktionell als Fortsetzung des Flimmerbogens zu betrachten sind. Dorsal findet, und zwar bei allen Arten mit Ausnahme von *P. Agassizi* und *spinosum*, eine Vereinigung beider Hälften im Umkreise der Flimmergrube statt, wo beide Teile unter stumpfem Winkel zur Bildung eines dreieckig verbreiterten Flimmerfeldes aneinander stoßen, das ohne scharfe Grenze in das Flimmerepithel der hier einmündenden Flimmergrube übergeht. Eine wimperlose Zwischenzone, wie sie bei Ascidien beobachtet wird, kommt bei Pyrosomen nicht vor.

Ganz abweichend hiervon geschieht die Vereinigung der beiden Hälften des Flimmerbogens bei *P. Agassizi* und *spinosum*. Bei beiden Formen verlaufen jene am Ganglion vorüber dorsal nach hinten, um etwa im ersten Drittel zwischen Ganglion und Ösophagus in spitzem Winkel aneinanderzustoßen. Hierbei unterbleibt die Ausbildung eines Flimmerfeldes; an der Vereinigungsstelle entspringt vielmehr der erste Rückenzapfen. Es ist

immerhin bemerkenswert, daß unter den Ascidien durch Sluiter Formen (*Ascidia sabulosa*; vgl. Bronn III, Suppl., S. 338, Anmerk.) bekannt geworden sind, welche ein ähnliches Verhalten auszeichnet.

Unerwähnt geblieben ist meines Wissens bisher das Auftreten von Pigmentzellen im Flimmerbogen. Schon bei Betrachtung desselben mit schwächeren Systemen, und zwar von der Fläche, fallen große, schmutziggelb gefärbte Zellen von birnförmiger Gestalt auf. Die genauere Untersuchung ergibt, daß sie meist im dickeren Ende einen runden oder länglichen, hellen Kern führen, während der Zelleib mit einem feinkörnigen Pigment von gelbbrauner Farbe vollständig erfüllt erscheint (Taf. V, Fig. 6). Fast regelmäßig beobachtet man außerdem ein dunkelbraunes, kugeliges Körperchen, höchst wahrscheinlich eine Zusammenballung von Pigment. Zuweilen erscheinen auch mehrere solcher Concretionen. Sie sind dann gewöhnlich vom benachbarten Pigment abgesetzt und von ihm umhüllt.

Die physiologische Bedeutung des Flimmerbogens der Tunicaten wurde bekanntlich von Fol (1872, 1876) durch Fütterungsversuche dargetan. Darnach werden die vom Endostyl produzierten Schleimmassen schließlich dem Flimmerbogen zugeführt und durch dessen Wimpern weiter nach der Dorsalseite transportiert. In dem fädigen Schleim fangen sich die mit dem Wasserstrom eingetretenen Nahrungspartikelchen, werden festgehalten und dem Darmtractus einverleibt.

Wie für Subneuraldrüse und Flimmergrube, so hat man auch nach einem Homologon für den Flimmerbogen gesucht. Dohrn (1887) betrachtet die Pseudobranchialrinne und das Spritzloch gewisser Fische als solches. Gegen eine solche Auffassung wendet sich Seeliger (1895), weil einmal bei den ursprünglichsten Tunicaten, den Appendicularien, der Flimmerbogen den gesamten Kiemendarm durchzieht, sich ganz kontinuierlich in das Flimmerepithel des Ösophagus fortsetzt und in seiner Entwickelung nie auf eine Kiemenspalte hindeutet und weil andererseits zahlreiche Ascidien auch zwischen den Kiemenspaltenreihen in großer Zahl Wimperbögen selbständig entwickeln. Er betrachtet „daher den Flimmerbogen als eine im Tunicatenstamm aufgetretene und diesem eigentümliche Bildung".

2. Der respiratorische Abschnitt des Kiemendarmes.

Wie die Präbranchialzone des Kiemendarmes mit einem eigenartig differenzierten Organ, dem Flimmerbogen, ausgestattet ist, so weist auch der respiratorische Abschnitt außer den seitlichen Kiemenlamellen charakteristische Umbildungen seiner Wände auf: nämlich an der ventralen den Endostyl, dorsal die Rückenzapfen und hinten die Mundrinne oder das Flimmerband. Sie machen eine gesonderte Besprechung nötig.

a. Die Kieme.

Die beiden seitlichen Kiemenblätter wurden bereits von Lesueur (1815) beobachtet. Sie gaben ihm Veranlassung, den Bau des Einzeltiers der Pyrosomenkolonie eingehend und zutreffend mit dem Ascidienkörper zu vergleichen. Im folgenden Jahre erweiterte Savigny (1816) unabhängig von Lesueur die Kenntnis über die Kieme dadurch, daß er das gitterförmig angeordnete Gefäßsystem auffand. Freilich dachte er sich die Kiemen als zwei freihängende, seitliche Blätter, durch welche das Atemwasser direkt in den hinteren, die Eingeweide umgebenden Teil der Körperhöhle (die Cloake) und durch die Egestionsöffnung nach außen gelange. Die Peribranchialräume und ebenso die hintere Kiemendarmwand hatte er übersehen. Erst Huxley (1859) erkannte die Kieme als eigenartig differenzierten Seitenteil des respiratorischen Darmabschnitts. Wir verdanken diesem Forscher die erste völlig zutreffende und detaillierte Schilderung des Baues der Kieme. Den insbesondere von Seeliger (1895) noch hinzugefügten histologischen Einzelheiten wird im folgenden noch manches nachzutragen sein.

Form und Größe der Kieme. Die Seitenwände des Kiemendarms erscheinen bei allen Pyrosomenarten in ihrer ganzen Ausdehnung von Kiemenspalten durchbrochen; denn der schmale Streifen der Seitenwände hinter dem Flimmerbogen wurde der Präbranchialzone zugerechnet. Wie der vordere Rand der Kieme dem Flimmerbogen, so läuft der ventrale dem Endostyl parallel. Es bleibt nur rechts und links von diesem eine schmale Zone Ventralwand frei von Spalten. Ganz ähnlich verhält es sich auch dorsal, wo die obere Begrenzungslinie der Kieme in einiger Entfernung von der Medianlinie neben dieser hinläuft, und endlich auch hinten, wo zu beiden Seiten von Mundrinne und Ösophagus die Kiemenspalten enden. Somit wird die Form und Ausdehnung der Kieme wesentlich von der Gestalt und Größe des Rumpfes bestimmt, wie andererseits bei seitlicher Betrachtung des Einzeltieres das in die Augen fallende umfangreiche Gitterwerk die Konfiguration des Rumpfes sofort erkennen läßt und damit bei der Erkennung der Formen wesentlich mithilft. Die Kiemenlamelle erscheint abgerundet prismatisch (bei *P. atlanticum*, *giganteum*, *aherniosum*, *ovatum*), elliptisch (bei *P. Agassizi* und *verticillatum*) oder dreieckig (*triangulum*) oder harfenförmig (bei *P. spinosum*).

Mit der Ascidienkieme hat die Kieme der Pyrosomen im Gegensatz zu sämtlichen anderen Thaliaceen das gitterförmige Aussehen gemein, welches durch zahlreiche, senkrecht zu den Spalten verlaufende Falten des Kiemendarms, die sog. Längsgefäße, bedingt wird.

Was die Form der Kiemenspalten anlangt, so herrscht bei den einzelnen Arten große Übereinstimmung, wie denn überhaupt betont werden muß, daß die Pyrosomenkieme im Vergleich zu den Ascidien in jeder Hinsicht gleichförmiger und wesentlich einfacher erscheint. Die schier un-

übersehbare Mannigfaltigkeit in der Form der Spalten, die Verschiedenartigkeit der Anordnung derselben zu Reihen oder Feldern, die Fülle der Wachstumsmodalitäten der Kiemenlamelle bei Ascidien finden bei den Pyrosomen ebensowenig wie bei den anderen Thaliaceen ein Gegenstück.

Wir kennen im ausgebildeten Zustande bei den Pyrosomen nur eine Form der Kiemenspalten, nämlich die länglich-schlitzförmige. Runde oder länglich-elliptische Perforationen finden sich nur vorübergehend während des Wachstums der Kieme an der proximalen und distalen Seite, wo eben durch stete Neubildung von Spalten die Vergrößerung der Lamelle stattfindet. Daher nimmt auch die Länge der Spalten von der Mitte, wo die ältesten liegen, nach den beiden Enden hin allmählich ab. Die beiden Längsseiten der Spalten verlaufen streng parallel nebeneinander, bis sie am dorsalen und ventralen Rande des Spaltenfeldes unter spitzem Winkel oder in scharfem Bogen aneinanderstoßen. Die Breite der Spalten ist bei den einzelnen Arten auch ziemlich gleichartig, aber stets sehr gering. Die Länge variiert je nach der Größe des Tieres dagegen recht erheblich. Oft 1 mm und wenig darüber, erreicht sie bei erwachsenen Ascidiozooiden von *P. spinosum* mit nahezu 1 cm den größten Wert.

Auch hinsichtlich der Anordnung der Kiemenspalten herrscht große Gleichförmigkeit. Sie erscheinen stets reihenförmig und untereinander parallel gelagert, getrennt durch schmale Zwischenleisten, den von der Kiemendarmwand und dem inneren Peribranchialepithel gebildeten Blutbahnen, welche an Breite von den Spalten selbst etwa um das Doppelte übertroffen werden. Bei den meisten Formen (*P. giganteum*, *atlanticum*, *aherniosum*, *verticillatum* usw.) verlaufen die Spalten in dorsoventraler Richtung. Schräg gestellt erscheinen sie bei *P. Agassizi*, und nur bei dem dieser Form verwandten *P. spinosum* verlaufen sie parallel zur Längsachse des Körpers, ziehen also in der Richtung der beiden Körperöffnungen. Diese abweichende Lage hat, wie die ontogenetische Entwickelung zeigt, ihren Grund in einem später einsetzenden enormen Längenwachstum in der Richtung der Körperöffnungen, wodurch die ursprünglich wie bei allen Formen dorsoventral angelegten Perforationen gleichsam umgelegt werden. Auch in der ontogenetischen Entwickelung von *P. Agassizi* findet sich ein solches Stadium (vgl. Textfig. 8, S. 20) mit median verlaufenden Spalten. Durch späteres Wachstum in dorsoventraler Richtung werden die Spalten jedoch wieder aufgerichtet.

Hinsichtlich der Zahl der Kiemenspalten herrschen natürlich bei den einzelnen Arten Verschiedenheiten, während dieselbe bei Individuen einer Art sich als recht konstant herausstellt, so daß dieses Merkmal systematisch verwertet werden kann. Die geringste Zahl, 18 – 20 Kiemenspalten, dürfte das von Seeliger unter dem Material der Plankton-Expedition aufgefundene *P. minimum* besitzen. Andere Formen bringen es auf es 25 (*P. aherniosum*), 30 (*P. Agassizi*), 40—45 (*P. operculatum*) und 50 (*P. spinosum*) Kiemenspalten.

Um den Bau der Kiemenlamelle zu verstehen, wird es zweckmäßig sein, hier kurz daran zu erinnern, daß auch bei den Pyrosomen wie bei allen anderen Tunicaten die Entstehung der Kieme in der Weise erfolgt, daß die innere Wand der Peribranchialräume an bestimmten, hintereinander liegenden Stellen mit dem Entodermepithel verwächst und hierauf die Zellen im Centrum der Verwachsungsstelle zu einer Perforation auseinanderweichen, die sich rasch in dorsoventraler Richtung vergrößert. Die zwischen den Verwachsungsstreifen liegenden Teile der ungleichen Wände schließen Teile der primären Leibeshöhle ein; es sind die zwischen den Kiemenspalten verlaufenden „Quergefäße“, die schmalen Blutbahnen des Kiemenapparates.

Schneidet man diese Quergefäße (und damit die zwischen ihnen liegenden Kiemenspalten) senkrecht zu ihrer Längserstreckung (frontaler Längsschnitt durch das Tier; Taf. V, Fig. 8), so ergibt sich, daß jene Röhren vier Wände besitzen, von denen die innere und äußere ein feines Plattenepithel darstellt, die vordere und hintere, der Spalte zugekehrte Wand dagegen aus hohen, prismatischen Zellen bestehen. Ihrer Herkunft nach ist die innere Seite zweifellos entodermal; die äußere, als Innenwand der Peribranchialräume, entsteht aus den Peribranchialröhren des Stolo, deren Abstammung noch strittig ist. Die Cilienwandungen dürften, wie das auch bei anderen Tunicaten beobachtet ist, zum größeren Teile aus dem Entoderm des Kiemendarms, zum kleineren nur aus dem Peribranchialepithel hervorgegangen sein. Die Cilienwandungen bestehen, wie wiederum Querschnitte durch die Spalte erkennen lassen (Taf. V, Fig. 8), aus hohen, prismatischen Wimperzellen, die zu 5—7 nebeneinander stehend, bogenförmig gegen die Spalte zu vorspringen. Sie tragen auf der der Spalte zugekehrten Seite dicht gedrängt lange, fast bis zur Mitte des Zwischenraums reichende Cilien, die sich mit verdicktem Ende in den cuticularen Randsaum des Zellkörpers einsenken und bis an den Zellkern heranreichen. Bei Betrachtung der Kiemenspaltenwand von der Fläche erkennt man (Taf. V, Fig. 11), daß stets je 5—7 Wimperzellen zu regelmäßig hintereinander liegenden und gegenseitig scharf abgesetzten Gruppen vereinigt sind. Die Wimperzellen erscheinen mit lang stäbchenförmigem in der Längsrichtung der Spalte gestrecktem Kern ausgestattet.

Diese Ausbildungsweise der Kiemenspaltenwand gilt nicht für die Enden einer jeden Spalte. Schon bei oberflächlicher Betrachtung eines Ascidiozooids fallen sofort die Verdickungen in den Winkeln der Spalten auf. Sie bestehen aus undifferenzierten hohen Prismenzellen, in denen Mitosen recht häufig zu beobachten sind. Wie bereits Grobben (1881) für *Doliolum* festgestellt hat, sind es die Zellen, welche durch lebhafte Teilung die Verlängerung der Spalte ermöglichen, indem sie sich in jene Wimperzellen umwandeln. Diese letzteren selbst scheinen sich dagegen nicht mehr zu teilen, sondern höchstens in die Länge zu strecken, sodaß also die Vergrößerung der Kiemenspalten nur von diesen Wachstumszonen aus erfolgt.

Die Längsgefäße. Verwickelter wird nun die Pyrosomenkieme (im Gegensatz zu der aller anderen Thaliaceen) durch die Ausbildung der sogenannten „Längsgefäße“, jener nach innen zu gelegenen Falten des Kiemendarmepithels, welche wiederum (wie die Quergefäße) blutführende Teile der primären Leibeshöhle einschließen. Sie verlaufen unter sich nahezu parallel und in gleichen Abständen senkrecht zu den Quergefäßen und Kiemenspalten und erscheinen entweder völlig geradegestreckt oder dorsal und ventral mäßig konvex vorgewölbt, der Krümmung sowohl des Endostyls als auch der Dorsalseite sich anpassend. Ihre Zahl beträgt etwa die Hälfte von der der Kiemenspalten und schwankt natürlich wie diese bei den einzelnen Arten von etwa 12 (*P. minimum*) bis 40 und 44 (bei *P. spinosum*)*).

Während in jungen Knospen die Längsgefäße aus einem gleichartigen, kubischen Epithel aufgebaut erscheinen, differenzieren sich mit zunehmendem Alter die verschiedenen Teile der Gefäßwandung erheblich. Querschnitte durch dieselbe (dorsoventrale Querschnitte durch das Ascidiozooid) lassen erkennen (Taf. V, Fig. 9. u. 10), daß die nach innen und etwas dorsalwärts gerichtete Wand meist aus drei prismatisch oder kubisch gestalteten Zellen mit großem, bläschenförmigen Kern, der übrige Teil der Gefäßwand aber aus einem feinen Plattenepithel besteht. Nur an der der Ventralseite zugekehrten Wand ragen auf einzelnen Schnitten einer Serie scharf aus dem benachbarten Plattenepithel eine, seltener zwei hohe Wimperzellen heraus. Die Betrachtung eines Längsgefäßes von der Fläche zeigt (Taf. V, Fig. 13), daß es sich um eine Reihe hintereinander liegender, großer Wimperzellen mit länglichem, intensiv färbbarem Kern handelt. Eine histologische Besonderheit zeichnet diese Wimperzellen vor allen andern ihresgleichen im Pyrosomenkörpern aus: Die anscheinend sehr starren Wimpern erscheinen außerordentlich tief in den Zelleib eingesenkt. Sie umgreifen geradezu den Kern auf der dem Kiemendarmlumen abgewendeten Seite. Ferner sind sie sehr intensiv färbbar und scheinen deshalb sogar bei Flächenbetrachtung von der Kiemendarmseite durch den Kern hindurch (Taf. V. Fig. 13).

Die an der Innenseite der Kiemenlamelle hinter Kiemenspalten und Quergefäßen entlang laufenden Längsgefäße treten mit jedem Quergefäß durch einen engen Spalt in Kommunikation, erscheinen dagegen auf der Höhe (hinter) einer Kiemenspalte geschlossen. Taf. V, Fig. 10, ein Querschnitt auf der Höhe einer Kiemenspalte und ein solcher auf der Höhe eines Quergefäßes (Taf. V, Fig. 9) werden das Gesagte klarlegen. An den Verbindungsstellen der Längs- und Quergefäße kommt es zur Ausbildung sackförmiger, vierzipfeliger Erweiterungen, deren Vorhandensein am besten bei Betrachtung der Kieme von der Fläche konstatiert wird (Taf. V, Fig. 7).

---

*) Die enorme Verlängerung des Rumpfes in der Medianachse, auf welcher die Längsgefäße senkrecht stehen (siehe oben S. 67), bringt es bei dieser Form mit sich, daß die Zahl der Längsgefäße bei etwa 50 Kiemenspalten bis auf 44 steigt (vgl. Taf. II, Fig. 1).

Abnorme Ausbildungen der Kieme.

Es bleibt noch, auf gewisse abnorme Ausbildungen der Kieme hinzuweisen. Normalerweise erfolgt, worauf später genauer einzugehen sein wird, die Neubildung von Kiemenspalten nur am vorderen und hinteren Ende des Spaltenfeldes, und zwar vorn etwa in der halben Höhe der Lamelle, hinten meist mehr der Ventralseite genähert (vgl. Fig. 1, S. 2). Nun begegnet man bei einzelnen Tieren der verschiedenen Arten in der Kiemenlamelle zuweilen Spalten, welche sich nicht über die ganze Breite des Kiemenkorbes erstrecken, sondern von dem dorsalen oder ventralen Rande nur ein kurzes Stück vordringen und mitten in der Lamelle enden. Die benachbarten normalen Spalten erscheinen von diesen gleichsam verdrängt. Seeliger (1895), der diese Erscheinung mehrfach beobachtete, ist der Meinung, daß es sich hier um eine Neubildung von Spalten innerhalb der alten handelt. Ich habe keinen derartigen Fall gesehen, kann also nicht urteilen. Leider teilt Seeliger nichts über die Beschaffenheit des Epithels an den Enden solcher Spalten mit, und seiner Zeichnung (Taf. VI, Fig. 1) läßt sich darüber nichts entnehmen.

Ferner sieht man zweifellos viel häufiger, wie zwei oder mehrere (bis 15) solcher „halber" Spalten in gleicher Höhe einander gegenüberstehen, ein von Spalten nicht durchbrochenes Feld zwischen sich fassend (Textfig. 16). Diese Bildungen ließen sich einmal dadurch erklären, daß gleichzeitig zwei neue Spalten in gleicher Höhe, die eine vom dorsalen, die andere vom ventralen Rande aus, vorgedrungen seien. Allein die Tatsache, daß in einem solchen anomalen Spaltenfeld meist in unmittelbarer Nähe solcher halber Spalten in gleicher Höhe mit der Teilung normale Spalten mit einer deutlichen Einschnürung zu beobachten sind, deutet darauf hin, daß eine Durchschnürung einer Spalte stattgefunden hat. Offenbar vollziehen sich also derartige Teilungen noch in späterem Alter. Noch zwingender scheint mir das histologische Verhalten der Spaltenwände zu sein. Man sieht, wie das Flimmerepithel der Spaltenwand an der Durchschnürungsstelle sich nicht völlig wieder geschlossen hat, sondern die Spalte auf kurze Strecken von normalem Plattenepithel, wie solches die Spalten verbindet, begrenzt wird. Endlich fehlen den inneren Enden dieser halben Spalten stets jene undifferenzierten Zellhaufen, von denen das Längenwachstum der Kieme ausgeht. Handelte es sich um neu gebildete Spalten, müßte dieses vorhanden sein.

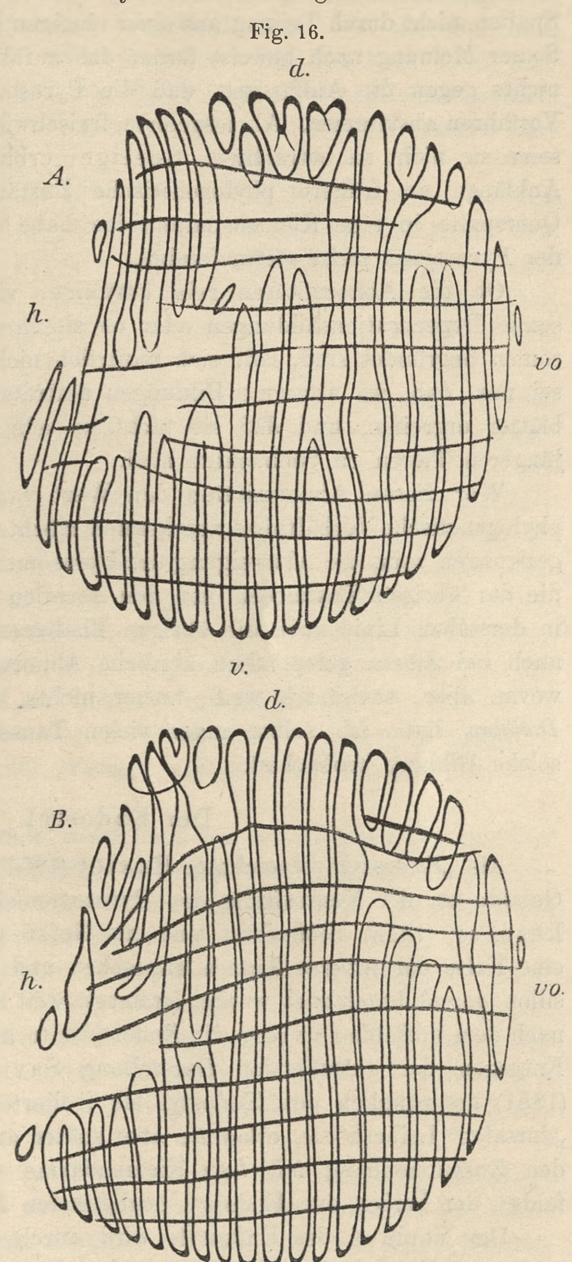
In den beiden in Textfig. 16 wiedergegebenen anomal gebildeten Kiemenblättern erkennt man ferner, daß bei diesen Zerschnürungen auch noch andere Bildungen herauskommen können. Mehrfach erscheinen z. B. am dorsalen Rande Teilstücke von Kiemenspalten zusammengeflossen. Recht irregulär liegen die Verhältnisse in der linken obern Ecke des linken Kiemenblattes, wo die zum Teil ineinandergeflossenen Teilstücke gegenseitig verschoben sind und eigentlich in Spaltenzwischenstücke auslaufen.

Seeliger (1895) legt wohl mit Recht Wert auf diese abnormen Teilungen von Kiemenspalten, weil dadurch Licht auf den morphologischen Wert der einzelnen Spalten der Pyrosomenkieme geworfen werde. Es handelt sich darum, ob jede Kiemenspalte der Pyrosomen einem Protostigma der Ascidien entspricht, oder ob sie alle durch Teilung sich von einem solchen ableiten, also in ihrer Gesamtheit sich einem Protostigma vergleichen lassen.

Der ersteren, u. a. besonders von Seeliger vertretenen Auffassung ist neuerdings auch Damas (1904) beigetreten, der diese Deutung dadurch zum Ausdruck bringt, daß er die Pyrosomen mit den Dololiden und einigen Ascidien (*Culeolus*, *Boltenia*, Cynthiidae, Botryllidae, Polystyelidae) als Polyprostigmata vereinigte. Die andere Auffassung, daß die zahlreichen Kiemenspalten von einem Protostigma jederseits abzuleiten sind, ist neuerdings wieder von Julin (1904) geltend gemacht worden, worauf weiter unten genauer einzugehen sein wird.

Zweifellos ist, daß in der ontogenetischen Entwickelung die einzelnen Kiemenspalten der Pyrosomen, ebenso wie die von *Doliolum*, als selbständige Perforationen entstehen und spätere Teilungen nur ausnahmsweise vorkommen.

Fig. 16.



A = rechtes, *B* = linkes abnorm gebildetes Spaltenfeld von einem jüngeren *P. verticillatum*. *d* = dorsal; *v* = ventral; *vo* = vorn; *h* = hinten.

Wenn ich Seeligers Auffassung (1895, S. 28) recht verstehe, so meint er, daß eben diese Tatsache der gelegentlichen abnormen Teilungen ein indirekter Beweis dafür ist, daß die normal ausgebildeten definitiven Spalten nicht durch Teilung aus einer einzigen hervorgegangen sein können. Seiner Meinung nach beweist ferner das zufällige abweichende Verhalten nichts gegen die Auffassung, daß die Pyrosomen von stets freilebenden Vorfahren abstammen. Als losgelöste, freischwimmende Synascidienkolonien seien sie nicht zu betrachten. Seeliger erblickt in jenen Teilungen nicht Anklänge an frühere phylogenetische Zustände; eine Auflösung jeder Querspalte in eine Kiemenspaltenreihe habe ehemals bei den Vorfahren der Pyrosomen nicht stattgefunden.

Ob die Abnormitäten rein zufällige, vielleicht pathologische oder senile Degenerationsbildungen oder ob sie in der Abstammung der Pyrosomen begründet sind, läßt sich natürlich nicht beweisen. Hervorgehoben sei nur, daß, wo abnorme Bildungen auftreten, sie stets beide Kiemenblätter ergreifen, und daß sie nicht so sehr selten und auch schon an jüngeren Tieren zu beobachten sind.

Wer diesen Abnormitäten den Wert von Rückschlägen auf frühere phylogenetische Verhältnisse zuerkennen möchte, würde, entgegen Seeliger, gezwungen sein, die Abzweigung des Pyrosomenastes (und damit wohl auch die der übrigen Thaliaceen) von den Ascidien aus zu denken. Sind aber in derselben Linie auch die übrigen Thaliaceen entstanden, dann dürften auch bei diesen gelegentlich ähnliche Abnormitäten zu beobachten sein, wovon aber, soviel ich weiß, bisher nichts bekannt geworden ist. Bei *Doliolum* habe ich selbst unter vielen Tausenden von Tieren nie eine solche Bildung beobachtet.

Der Endostyl.

Als „Endostyl“ bezeichnete Huxley (1851) zuerst jenes eigentümliche Gebilde an der Ventralseite des Pyrosomenkörpers, welches bereits von Lesueur (1815) beobachtet und als Gefäß gedeutet, von Savigny als eine Falte der inneren Tunica angesehen und als cordons intérieurs oder sillon dorsal bezeichnet wurde, letzteres, weil Savigny wie auch Huxley nach dem Vorbilde Cuviers die Endostylseite als Rückenseite betrachteten. Entgegen der zutreffenden Darstellung Savignys betrachtete Huxley (1851) ursprünglich den Endostyl als isoliertes stabförmiges Gebilde der „dorsalen“ Leibeshöhle, erkannte aber später auf Grund von Querschnitten den Zusammenhang mit dem Kiemendarme mittels der „epipharyngeal folds“, der beiden den Endostyl begleitenden Längsflimmerbänder.

Der Verlauf des Endostyls wird durch seine Entstehung aus dem medianen Epithel der Bauchwand des Kiemendarms bestimmt. Seine Länge entspricht daher etwa der der Kiemenlamelle, die Krümmung der der ventralen Körperseite. Meist erscheint er mehr oder weniger stark ventral vorgewölbt (*P. Agassizi*, *triangulum*, *verticillatum*, *atlanticum*

u. a.) oder seltener fast gerade gestreckt (*P. spinosum*, *giganteum*, *operculatum*).

Der komplizierte Bau läßt sich nur auf Querschnitten erkennen, daher die älteren Angaben weniger zutreffend sind. Von den Berichten der jüngeren Autoren (Joliet 1888, Lahille 1890, Seeliger 1895) muß derjenige des letzteren Forschers als der zutreffendste bezeichnet werden, während die Zeichnung Lahilles nur den Wert einer schematischen Darstellung beanspruchen kann.

Querschnitte durch das Organ (Taf. VI, Fig. 1—3) zeigen zunächst, daß dasselbe eine nach dem Kiemendarm zu offene Halbrinne darstellt. Nur die vorderste Spitze erscheint zu einem äußerst kurzen Blindsack umgewandelt und der Endabschnitt zu einem dünnen Rohr, dem sogenannten Endostylfortsatz, ausgezogen, der in den Stolo eintritt.

Im Gegensatz zu den recht variablen Verhältnissen bei den Ascidien herrscht im Bau des Endostyls bei den einzelnen Pyrosomenarten wiederum hohe Übereinstimmung, und zwar zeigt das Organ hier eine mittlere Stufe der Ausbildung, wie sie ähnlich von den meisten der untersuchten Ascidien ebenfalls bekannt geworden ist. Sie erhebt sich in keinem Falle zu der höchsten Stufe, die bei *Ciona* beobachtet wurde, noch liegen so einfache Verhältnisse wie bei den Molguliden vor (vgl. Bronn III, Suppl., S. 341 ff.). Da das komplizierte Endstadium erst im Laufe der ontogenetischen Entwickelung erreicht wird, erscheint in jüngeren Embryonen und Knospen das Organ als eine einfache, aus hohen, aber gleichartigen Cylinderzellen bestehende Rinne oder Falte des medio-ventralen Kiemendarmepithels, das sich jederseits mehr oder weniger scharf vom Plattenepithel des Kiemendarms absetzt.

Im ausgebildeten Zustande lassen sich bei allen Pyrosomen an dem streng bilateral-symmetrischen Gebilde 13 gesonderte Zellstreifen nachweisen, und zwar 3 Haupt- oder Drüsenstreifen (je 2 dorsale, 2 mittlere und 2 ventrale), 4 Zwischenstreifen (2 mittlere und 2 ventrale), ferner die 2 Längsflimmerbänder (jederseits auf dem dorsalen Rande der Rinne), und endlich 1 bewimperter Medianstreifen im Grunde des Organs, der die beiden symmetrischen Hälften verbindet. Diesen Aufbau zeigt das Organ in seiner ganzen Länge, ausgenommen nur das vordere, zum Blindsack umgebildete Ende und der in den Stolo eintretende Endostylfortsatz.

Die beiden Längsflimmerbänder (Taf. VI, Fig. 1, *fl*), Huxleys „epipharyngeal folds", ziehen dicht neben dem dorsalen Rande der Rinne hin. An der Spitze derselben vereinigen sie sich auf eine kurze Strecke, schließen so die Rinne zum Rohr und finden nunmehr in den hier mündenden beiden Hälften des Flimmerbogens ihre Fortsetzung. Am Hinterende des Endostyls liegen die Verhältnisse ähnlich. Das linke Flimmerband verstreicht unter Verlust der Wimpern, während sich das rechte bedeutend

verbreitert als „Mundrinne“ an der Hinterwand des Kiemendarms bis in den Ösophagus fort setzt.

Histologisch bestehen die Längsflimmerbänder aus einem schmalen einschichtigen Streifen von prismatischen oder kubischen Flimmerzellen, der gewöhnlich etwas gegen das Kiemendarmlumen vorgewölbt erscheint. Lateralwärts flachen sich die Zellen unter Verlust der Wimpern rasch zu dem feinen Plattenepithel der ventralen Kiemendarmwand ab, medianwärts dagegen schließt sich zunächst eine Zone gleichdicker wimperloser Zellen an, welche an die innere Seite des dorsalen Drüsenstreifens herantreten. Nunmehr setzt sich jener wimperlose Streifen — was von allen Beobachtern bisher übersehen wurde — als ein feines Plattenepithel über die Innenseite des dorsalen Drüsenstreifens hinweg bis in die mittleren Zwischenstreifen fort. Diese letzteren sind demnach nichts weiter als der unterste, an die mittleren Drüsenstreifen sich anlehnende Teil der beiden Längsflimmerbänder. Am deutlichsten kommt dieses Verhalten am Vorderende des Endostyls zum Ausdruck (Taf. VI, Fig. 2). Die dorsalen Drüsenstreifen setzen sich nämlich nicht bis in den Blindsack hinein fort; sie fehlen also auf Querschnitten durch diese Region, und man sieht, wie hier das Epithel der Flimmerbänder sich ventralwärts mächtig verdickt und in ganzer Breite an die mittleren Drüsenstreifen anlegt. Wo distalwärts dann die dorsalen Drüsenstreifen von der lateralen Seite herantreten, flacht sich das Wimperepithel unter Verlust seiner Wimpern zu einem feinen Plattenepithel ab, und nur in dem Winkel zwischen dorsalen und mittleren Drüsenstreifen bleibt ein im Querschnitt nur 2 – 3 Zellen breiter Streifen bestehen.

Die dorsalen Drüsenstreifen (Taf. VI, Fig. 1, *esd*) weichen in Form und histologischer Beschaffenheit von den beiden anderen, viel gleichartiger ausgebildeten Drüsenstreifen erheblich ab. Sie werden, wie oben ausgeführt, auf ihrer Innen- und Ventralseite noch von dem Epithel der beiden Längsflimmerbänder umfaßt. Sie sind auch die einzigen Zellstreifen, welche kurz vor dem Blindsack an der Spitze und ebenso hinten, kurz von der Ursprungsstelle der Mundrinne, ihr Ende erreichen.

Im Querschnitt dreieckig oder lyraförmig, gegen die Leibeshöhle konvex vorspringend, gegen das Endostyllumen hin oft konkav ausgehöhlt, setzen sie sich aus einer einschichtigen Lage sehr großer und hoher Zellen von pyramidenförmiger Gestalt zusammen, deren Spitzen nach dem Lumen, deren breite Basis nach der Leibeshöhle zu gekehrt ist. Hier liegt auch der große, bläschenförmige Kern mit einem mächtigen Nucleolus. Das Plasma ist gleichmäßig intensiv färbbar und erscheint grobkörnig bis strähnig entwickelt. Zellgrenzen habe ich bei Färbung mit Hämatoxylin nach Heidenhain nur selten deutlich zu erkennen vermocht und — das spricht für die Dicke der Zellen — meist nur 1 oder 2 der geradezu augenförmigen Zellkerne im ganzen Streifen auf dem Querschnitt beobachtet. Es dürfte der ganze Streifen nur 2—3 solche Riesenzellen

in der Breite führen. Die Spitzen der Zellen sollen nach Seeliger (1895) meist ein im konservierten Material tief dunkel, fast schwarz erscheinendes Pigment führen. Ich habe die in Rede stehenden dunklen Massen bei allen von mir untersuchten Endostylen (von *P. verticillatum, Agassizi, giganteum, spinosum*) angetroffen, kann sie aber nicht für ein Pigment ansehen. Es handelt sich nicht um eine körnelige Substanz, sondern um feinste kugelige Tröpfchen, deren Größe nach der Spitze der Zelle zu immer minimaler wird. Ich zweifle nicht, daß wir es mit einem Secret von vielleicht öliger Konsistenz zu tun haben. Es wäre auch wohl verwunderlich, wenn die Beobachter von lebendem Pyrosomenmaterial, z. B. Keferstein und Ehlers, gerade die Pigmente des Endostyls übersehen haben sollten, zumal alle Autoren u. a. von dem lebhaft gefärbten Ösophagus zu berichten wissen.

Der nun folgende mittlere Zwischenstreifen (Taf. VI, Fig. 1, *esz*) stellt, wie bereits erwähnt wurde, den ventralen Teil der Längsflimmerbänder dar, mit dem diese selbst über die Innenseite des dorsalen Drüsenstreifens hinweg durch ein (im Querschnitt) aus höchstens zwei Zellen bestehendes feines Plattenepithel zusammenhängen. Wenn ich trotzdem die Bezeichnung „mittlerer Zwischenstreifen“ beibehalte, so geschieht es einmal deshalb, weil die drei Zellen immerhin einen zwischengelagerten Strang darstellen, und weil es noch nicht erwiesen ist, ob bei anderen Tunicaten die Verhältnisse ähnlich liegen. Die Zellen des Stranges sind, wie das auch Seeliger gegenüber Lahille hervorhebt, nicht bewimpert, ferner sehr klein. Die unterste, langgestreckte, mit gekrümmtem, stäbchenförmigen Kerne liegt der inneren Dorsalseite des mittleren Drüsenstreifens an, während die beiden anderen mit kleinem runden Kern die Verbindung mit dem Längsflimmerbande herstellen. Die erstere ähnelt in bezug auf die Form und in ihrer auffälligen Färbbarkeit den Zellen des ventralen Zwischenstreifens.

Der mittlere und der ventrale Drüsenstreifen (Taf. VI, Fig. 1, *erm* und *esv*) zeigen bei allen Pyrosomen in ihrer histologischen Ausbildung große Übereinstimmung, während sie von dem dorsalen sich erheblich unterscheiden. Dieses Verhalten erklärt sich daraus, daß beide sich erst im Laufe der ontogenetischen Entwickelung aus einer einheitlichen Anlage heraus zu sondern beginnen. Der mittlere Drüsenstreifen ist meist der größere und zellenreichere. Man trifft auf dem Querschnitt 5—10 (letztere bei *P. Agassizi*), bei dem ventralen 4—9 Zellen an. Wieder sind sie pyramiden- oder keilförmig gestaltet und in fächerförmiger Anordnung mit der Spitze gegen das Endostyllumen gerichtet. Der große, chromatinreiche Kern liegt im äußeren Basalteile, das Zellplasma zeigt im Gegensatz zu dem des dorsalen Drüsenstreifens durch verschiedene Färbbarkeit ausgezeichnete Querzonen. Die mittlere von ihnen nimmt Farbstoffe fast gar nicht an und liegt im innern Drittel des Zellkörpers, stets in gleicher Höhe bei den einzelnen Zellen, so daß auf dem Querschnitt gleichsam ein weißes Band

den Zellstreifen zu durchziehen scheint. Nur die oberste Zelle des mittleren Drüsenstreifens läßt dieses Verhalten nicht erkennen, sondern zeichnet sich durch intensivere, gleichmäßige Färbbarkeit aus. Stets sah ich am mittleren Drüsenstreifen dort, wo die hohen Zellen mit ihren Spitzen aneinanderneigen, ein dreieckiges Zipfelchen auftreten. Ich vermute, daß es sich dabei um ein zähflüssiges, den Zellen dieses Drüsenstreifens entquellendes Secret handelt. Vielleicht haben wir es auch in den eben erwähnten mittleren hellen Streifen dieser Drüsenzellen selbst mit Secret zu tun.

Der mittlere und ventrale Drüsenstreifen werden durch die bewimperte ventrale Zwischen- oder Flimmerzone (Taf. VI, Fig. 1, esz_1) getrennt, und zwar vollständig, da diese erheblich breiter und größer ist als die mittlere. Die länglichrunden, bei anderen Arten wieder mehr stäbchenförmigen Kerne liegen in mehreren Schichten übereinander und zeichnen sich durch ihren großen Chromatinreichtum aus. Die an das Endostyllumen grenzenden Zellen zeigen eine kurze, kräftige Bewimperung, die einen dicken Cuticularsaum durchbricht.

Die beiden lateralen Endostylhälften werden von dem unpaaren Median- oder Geißelzellstreifen (Taf. VI. Fig. 1, *esmd*) im Grunde des Organs verbunden. Er ist immer sehr schmal, zeigt aber bei den Pyrosomen, im Gegensatz zu den meisten Ascidien, eine kompliziertere Ausbildung, die, soweit Seeliger im Bronn (Supplement, S. 345) berichtet, nur bei *Ciona* angetroffen worden ist. Es stehen 1—2 prismatische oder keilförmige, kleine Zellen median im Grunde des Endostyls. Sie tragen Wimpern, welche nicht nur die Höhe des Zellkörpers um vieles übertreffen, sondern die Höhe des Endostyls überragen und bis in das Lumen des Kiemendarms hineinreichen. Daneben liegen jederseits zwei Zellen mit dreieckigen bzw. länglichrunden Kernen, die sich aus dem medianen Grunde heraus über die innersten Zellen des medianen Drüsenstreifens hinweglegen, aber keine Wimpern tragen. Sie wurden bisher von allen Beobachtern, welche den Endostyl studierten, übersehen.

Die physiologische Bedeutung des Endostyls ist erst in jüngerer Zeit von Fol (1872) durch die bekannten Fütterungsversuche lebender Tunicaten mit Carmin dargetan worden. Darnach handelt es sich, wie schon Leuckart vermutet hatte, um eine „Schleimdrüse“, um einen secretorischen Apparat (vgl. darüber genauer Bronn III, Suppl., S. 348 ff.), dessen Schleimmassen durch die Bewegung der Geißeln und Flimmerhaare nach vorn, dem Flimmerbogen entgegen, und von diesem nach dem Rücken und endlich in den Ösophagus hingeführt werden, nachdem sie, zu Fäden ausgezogen, im Bereiche der Mundöffnung die mit dem Atemwasser eingetretenen Organismen festgehalten haben.

Auch für den Endostyl hat man nach einem Homologon im Vertebratenkörper gesucht und dasselbe in der Thyreoidea zu erblicken geglaubt.

c. Die Dorsalwand des Kiemendarms.

Auch die von Kiemenspalten nicht durchbrochene Dorsalwand des Kiemendarms (Huxleys hypopharyngeal band) besitzt charakteristische Differenzierungen in den sogenannten „Rückenzapfen“, von Huxley als languets, von Joliet als languettes dorsales oder tentacules dorsaux bezeichnet. Es sind hohle, fingerförmige, nach dem Kiemendarmlumen gerichtete Ausstülpungen in der Mediane des dorsalen Epithels, welche als solche Teile der dorsalen Leibeshöhle umschließen und daher vereinzelt Blutzellen führen. Ihre Zahl ist bei den einzelnen Arten zwar verschieden, aber nahezu konstant bei den einzelnen Individuen derselben Species, daher diese als systematisches Merkmal verwertet werden kann. Wir treffen nur 4 oder 5 (bei *P. verticillatum*), aber auch 22 (bei *P. spinosum*). Größe und gegenseitiger Abstand nehmen im allgemeinen nach hinten zu, da ihre Neubildung im späteren Alter nur vorn, in einiger Entfernung hinter dem Ganglion, stattfindet. Es kommt jedoch auch vor, daß zwischen den älteren neue Zapfen auftreten. Bei *P. Agassizi* und *spinosum*, wo der Flimmerbogen, am Ganglion vorüberziehend, bis auf die Dorsalseite sich erstreckt, entspringt der erste (jüngste) Rückenzapfen an der Stelle, wo die beiden Hälften des Flimmerbogens in spitzem Winkel aneinanderstoßen.

Was die histologische Beschaffenheit der Rückenzapfen anlangt (Taf. V, Fig. 12), so bestehen ihre Wandungen stets aus einem einschichtigen Epithel, welches sich nach vorn und hinten stark abflacht, an den Seiten aber mehr oder weniger breit als cylindrisches Wimperepithel entwickelt ist. Stets ist auch die Spitze bewimpert. Die Tatsache der Bewimperung legt die Vermutung nahe, daß diese in das Darmlumen hineinragenden Fortsätze bei dem Transport der Schleimmengen an der Rückenseite entlang in den Ösophagus hinein, beteiligt sind. Der übrige Teil der Dorsalwand des Kiemendarms besteht aus einem feinen Plattenepithel polygonaler Zellen mit rundlichem Kern und sternförmig den Zelleib durchziehendem Plasma (Taf. V, Fig. 5).

d. Die Hinterwand des Kiemendarms.

Die Hinterwand des Kiemendarms ist nicht nur die kleinste unter den Begrenzungsflächen des Kiemendarms, sondern auch die am wenigsten in die Erscheinung tretende, daher sie noch von Savingny (1816) übersehen wurde. Er glaubte, daß das zur Mundöffnung eintretende Atemwasser direkt in die Cloake gelange. Erst Huxley stellte diesen Teil fest und beschrieb auch zuerst die ihm zugehörige charakteristische Bildung, den Flimmerkamm oder die Mundrinne, als „posterior epipharyngeal ridge“.

Die Hinterwand breitet sich als ein bandartiger Streifen in dorsoventraler Richtung zwischen Endostyl und Dorsalwand aus, seitlich begrenzt von den hinteren Kiemenspalten. In der Medianlinie erscheint sie meist

von dem dahinter gelegenen Darmtractus ein wenig vorgewölbt. Nahe dem dorsalen Ende durchbricht der Ösophagus mit seiner trichterförmigen Mündung die Fläche, welche ebenfalls aus einem feinen Plattenepithel besteht. Nur eine schmale mediane Zone, die sich vom Hinterende des Endostyls bis in den Ösophagus hinein verfolgen läßt, setzt sich aus cylindrischen Wimperzellen zusammen und springt mit stark konvex vorgewölbter Oberfläche gegen den Kiemendarm vor: der Flimmerkamm oder die Mundrinne, in welcher das rechte Längsflimmerband des Endostyls seine Fortsetzung nach hinten findet.

Die physiologische Bedeutung des Flimmerkammes dürfte darin bestehen, die im hintern Teile des Endostyls austretenden Schleimmassen vielleicht als verdauende Secrete dem Ösophagus direkt zuzuführen.

IX. Der Verdauungstractus.

Der Verdauungstractus schließt sich an den hinteren Kiemendarm an. Entwickelungsgeschichtlich ist dieses Verhalten darin begründet, daß das vom Entoderm gebildete innere Bläschen der vier ersten und aller folgenden Ascidiozooide frühzeitig in zwei hintereinander liegende Abschnitte zerfällt, von denen der vordere alsbald Perforationen, die späteren Kiemenspalten, entwickelt und so zum Kiemendarm wird, während der hintere sich hufeisenförmig auswächst und in drei deutlich gesonderte Abschnitte, Ösophagus, Magen und Intestinum, zerfällt. Das letztere verlötet an seinem blinden Ende mit dem Ectoderm der Cloacalhöhle und bricht schließlich in diese nach außen durch.

Gliederung. Die erwähnte Dreiteilung in Ösophagus, Magen und Intestinum läßt der Darmtractus bei allen bekannten Pyrosomenarten erkennen. Nicht so in die Augen fallend ist zunächst, daß der Magen mit dem Intestinum stets auch durch ein kurzes und in den meisten Fällen scharf von beiden Teilen abgesetztes Zwischenstück verbunden ist, welches Seeliger (1895) am zweckmäßigsten als Pylorus zu bezeichnen glaubte, weil er es als einen umgebildeten Abschnitt des ventralen Magenendes auffaßte. Auf Grund des histologischen Baues und der Analogie bei den Ascidien werden wir jedoch diesen Abschnitt mit Recht als Mitteldarm bezeichnen und als eine selbständige Differenzierung des Darmtractus auffassen dürfen.

Vergleicht man die Gliederung des Darmtractus der Pyrosomen mit der bei Ascidien oder *Doliolum*, einer immerhin eng umgrenzten, artenarmen Gruppe, so fällt auf, daß einer großen Mannigfaltigkeit dort eine auffällige Gleichförmigkeit bei *Pyrosoma* gegenübersteht. Während der Darmtractus jeder Pyrosomenart die Vierteilung — und nur diese — deutlich erkennen läßt, fehlt z. B. bei vielen Monascidien, ebenso bei den meisten *Doliolum*-Arten ein Mitteldarm, selbst ein besonderer, äußerlich hervortretender Magenteil ist nicht bei allen Ascidien wahrzunehmen.

Andererseits kann sich bei gewissen Ascidien aber auch der Mittel- und Enddarm in zwei oder selbst drei Abschnitte zerlegen (vgl. Bronn III, Supplement, S. 446 ff.).

Auch in bezug auf die relative Größe der einzelnen Teile herrscht bei Pyrosomen hohe Übereinstimmung. Am meisten variieren die beiden Endstücke: Ösophagus und Enddarm. Auffällig kurz erscheint der erstere z. B. bei *P. triangulum* und *spinosum*, dagegen übersteigt der Enddarm das gewöhnliche Maß an Länge nur bei den beiden sehr nahe verwandten Formen *P. spinosum* und *Agassizi*, indem er besonders bei der ersteren noch über den Ösophagus hinausreicht.

Schließlich gilt dasselbe auch von der Form des Darmtractus. Er bildet bei allen Arten eine U-förmige Schleife, deren Schenkel allerdings (nur mit Ausnahme von *P. spinosum* und *Agassizi*) ungleich lang sind, und zwar wird der längere und umfangreichere absteigende vom Ösophagus und Magen, der kürzere und schlankere aufsteigende vom Enddarm gebildet. Der Mitteldarm stellt — meist mit dem basalen Abschnitt des Enddarms — das senkrechte Verbindungsstück beider Äste dar. Magen und Ösophagus liegen fast genau in der Medianebene des Körpers. Die Enddarmschleife steigt stets links vor dem Magen in die Höhe (vgl. Textfig. 1, S. 2 u. Taf. I, Fig. 1 u. 2). Ein Blick auf Ascidien und *Doliolum* läßt auch in dieser Hinsicht einen außerordentlichen Reichtum der Formen erkennen. Wenn bei den Ascidien im allgemeinen eine Tendenz zur Streckung der einzelnen Darmabschnitte zu erkennen ist, so erinnert die Form des Verdauungstractus der Pyrosomen mehr an den Nucleus der Salpen. *Doliolum* nimmt in dieser Hinsicht insofern eine Mittelstellung ein, als beide Ausbildungsweisen gleichmäßig vorkommen.

Noch muß die Lage des Darmkanals zum Kiemendarm berührt werden. Die U-förmige Darmschleife steht, mit einer einzigen Ausnahme (*P. spinosum*), bei allen Arten senkrecht auf der Medianlinie des Körpers, verläuft also etwa parallel zu den Kiemenspalten. Nur bei *P. spinosum* liegt die Schleife in der Mittellinie. Da aber bei den erwachsenen Tieren dieser Form auch die Kiemenspalten in der Mediane verlaufen, herrscht auch hier zwischen Darmtractus und Kiemenspalten dieselbe Lagebeziehung. In der ontogenetischen Entwickelung dieser Form werden Stadien durchschritten, wo der Darmtractus (und ebenso die Kiemenspalten, vgl. oben, S. 67) die bei den übrigen Arten herrschende Stellung zeigen. Nur das später einsetzende enorme Längenwachstum in der Richtung der Mediane bringt es mit sich, daß zugleich mit den Kiemenspalten auch der Darmtractus „umgelegt“ wird.

Von Nebenorganen kommt nur die sogenannte darmumspinnende Drüse bei allen Arten vor, ein dünnes Zellrohr, welches sich links aus dem Magengrunde gegen den Enddarm zu ausstülpt und diesen in reicher Verästelung umgreift.

1. Der Ösophagus.

Der Ösophagus bildet gemäß der Entstehung des Darmtractus aus dem Kiemendarm die Fortsetzung der von Kiemenspalten nicht durchbrochenen Dorsal- und Hinterwand des Kiemendarmes. Beide fließen unter Bildung eines über und über bewimperten Trichters, eben des „Ösophagus“, zusammen. Das erweiterte Ende öffnet sich somit trichterförmig in den Kiemendarm, das verjüngte in den Magen, an der Einmündung von der Magenwand oft wulstartig überwallt. Insbesondere die Hinterwand des Trichterrohrs steigt bei einzelnen Arten in der Rückwand des Magens fast bis auf den Magengrund hinab (Taf. I, Fig. 1), ein Verhalten, welches nicht nur äußerlich sichtbar wird, sondern auch histologisch zum Ausdruck kommt. Der verlängerte röhrenförmige Abschnitt des Ösophagus ist stets mehr oder weniger nach hinten = oben konvex gekrümmt, so daß bei seitlicher Betrachtung des Tieres die Ventralwand des Trichters meist stark konkav ein-, die dorsale dagegen konvex ausgebogen erscheint. Der Querschnitt des Trichterlumens zeigt elliptische Gestalt, die besonders im Vorderabschnitt dadurch sehr unregelmäßig wird, daß zahlreiche tiefe Falten, Furchen und Einkerbungen, die mitunter (*P. spinosum*) geradezu septenartig vorspringen, die gesamte Oberfläche bedecken.

In histologischer Hinsicht lassen die Schnitte (Taf. VI, Fig. 5) erkennen, daß die Wandungen des Ösophagus in allen Fällen aus einer einschichtigen Lage von Wimperzellen bestehen, welche an der Einmündung kontinuierlich in das Plattenepithel der Kiemendarmwände übergehen, nach hinten zu aber mehr und mehr an Höhe zunehmen. Die runden Kerne liegen an den der Leibeshöhle zugekehrten Zellenden. Die Wimpern sind außerordentlich dicht und lang und senken sich mit stäbchenartig verdicktem Ende recht tief in den Zelleib ein.

Oben (S. 6) wurde bereits ausgeführt, daß der Ösophagus bei einzelnen Arten (*P. giganteum, atlanticum, aherniosum, Agassizi*) durch Pigmente lebhaft gefärbt erscheint. Die histologische Untersuchung zeigt nun, daß die Pigmente nicht in den Wimperzellen, sondern in großen Zellen abgelagert sind, welche, einzeln oder zu Gruppen vereinigt, der Außenseite der Ösophaguswand zerstreut anliegen und z. B. bei *P. giganteum* dem Ösophagus ein körniges Aussehen verleihen (Taf. VI, Fig. 4). Diese Art des Auftretens und die Lage der Pigmentzellen in der Leibeshöhle dürften darauf hindeuten, daß es sich um differenzierte Mesodermzellen handelt. Der gewöhnlich central gelegene Kern erscheint meist länglich und ist sehr intensiv färbbar. Er wird von einer kompakten Masse gelbbraunen Pigments dicht umlagert.

Erwähnt sei noch, daß dem Ösophagus wie den anderen Abschnitten des Darmtractus eine eigene Muskulatur vollkommen fehlt. Allein der Ösophagus erscheint auf Schnitten mit einem lockeren Geflecht unregelmäßig gelagerter Muskelfasern umgeben, welche in der Hauptsache die

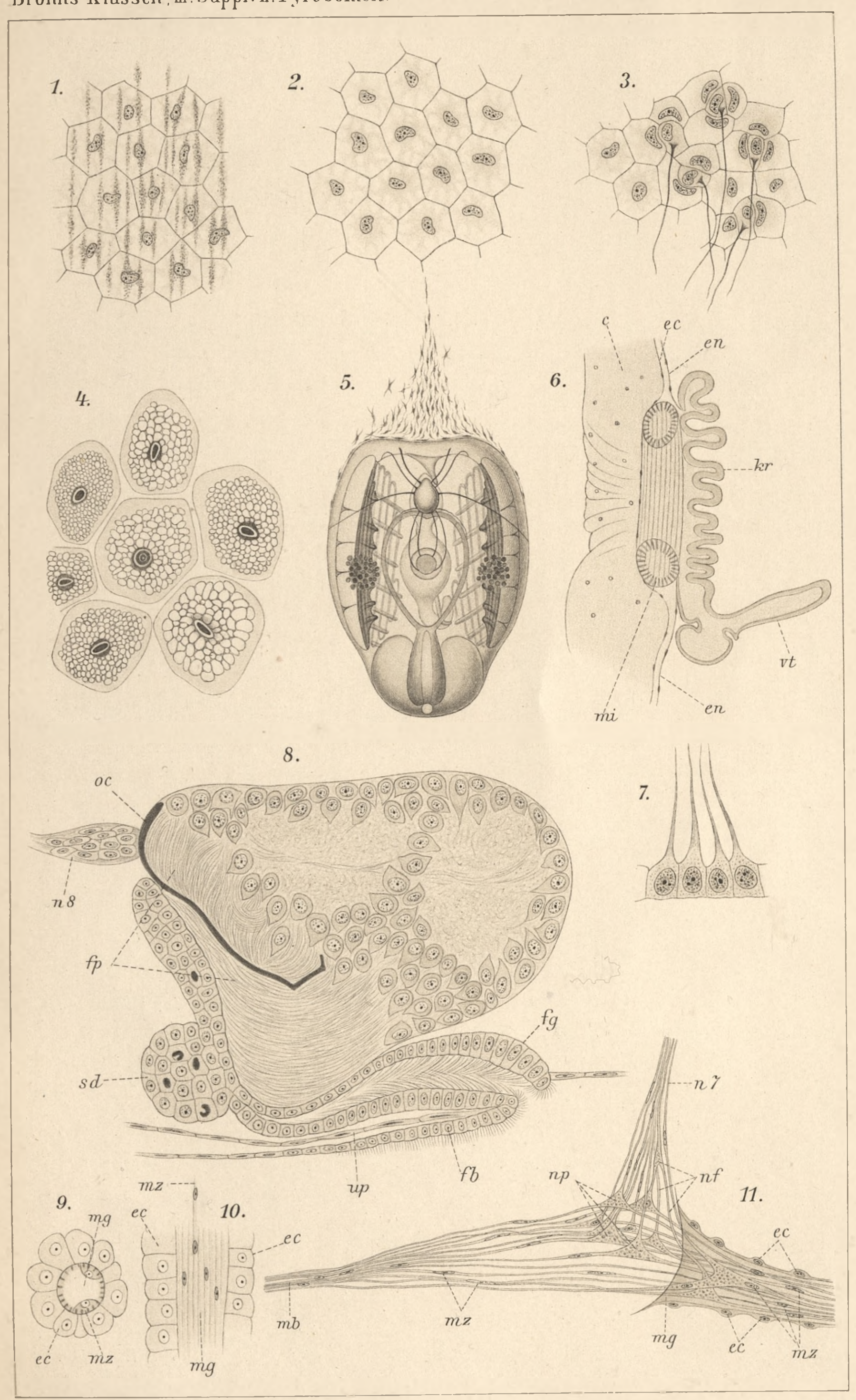


Erklärung von Tafel IV.

Pyrosomen.

Fig.

1. Ectodermales Hautepithel von *P. Agassizi* in der weiteren Umgebung der Mundöffnung. Flächenpräparat. 1 : 100.
2. Ectodermales Hautepithel von *P. Agassizi.* Flächenpräparat. 1 : 100.
3. Ectodermales Hautepithel von *P. Agassizi* in unmittelbarer Umgebung der Mundöffnung. Flächenpräparat. *sf* = Secretfäden. 1 : 100.
4. Oberflächliche plattenförmige Mantelzellen von *P. giganteum.* Flächenpräparat. 1 : 250.
5. Wanderknospe von *P. verticillatum* mit Phorocyten. 1 : 60.
6. „Mundkrause" von *P. giganteum,* von der Seite gesehen. (Nach Seeliger.) 1 : 46.
7. Schnitt durch das dorsale ectodermale Hautepithel einer Wanderknospe von *P. verticillatum. sf* = Secretfäden. 1 : 600.
8. Sagittalschnitt durch das Ganglion von *P. verticillatum.* 1 : 300. *fp* = Fibrillenplexus; *up* = unpaarer Zellstrang.
9. Querschnitt durch ein Mantelgefäß im Diaphagma. (Nach Seeliger.) 1 : 500.
10. Längsschnitt durch ein Mantelgefäß im Diaphagma. (Nach Seeliger.) 1 : 500
11. Nervenendigungen am Dorsalende des Cloakenmuskels von *P. Agassizi.* 1 : 100. Flächenpräparat. Das Mantelgefäß im optischen Längsschnitt gezeichnet. *nf* = Nervenfasern; *np* = plattenförmige Verbreiterungen der Nervenfasern beim Ansatz an die Muskelfasern.



C. F. Winter'sche Verlagshandlung Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Erklärung von Tafel V.

Pyrosomen.

Fig.

1. Sinneszelle aus der Mundregion von *P. Agassizi.* 1 : 900.
2. Sinneszelle (?) mit zwei Nachbarzellen aus einem Mundläppchen von *P. verticillatum.*
3. Teil eines Nervenästchens des dritten Nervenpaares.
4. Entodermepithel der Mundregion von *P. giganteum*, von der Fläche gesehen. 1 : 150.
5. Entodermepithel der dorsalen Kiemendarmwand von *P. Agassizi.* 1 : 150.
6. Stück des Flimmerbogens von *P. giganteum*, von der Fläche gesehen. 1 : 450. *px* = Pigmentzellen.
7. Stück des Kiemenkorbes von *P. giganteum*, von innen gesehen. (Nach Seeliger. 1 : 400.
8. Querschnitt durch eine Kiemenspalte und zwei Quergefäße des Kiemendarms von *P. giganteum.* (Nach Seeliger.) 1 : 540.
9. Querschnitt durch ein Längsgefäß des Kiemenkorbes auf der Höhe eines Quergefäßes (zwischen zwei Spalten) von *P. giganteum.* (Nach Seeliger.) 1 : 540.
10. Querschnitt durch ein Längsgefäß des Kiemenkorbes auf der Höhe einer Kiemenspalte von *P. giganteum.* (Nach Seeliger.) 1 : 540.
11. Stück der Wand einer Kiemenspalte von *P. giganteum*, von der Fläche gesehen. (Nach Seeliger.) 1 : 760.
12. Querschnitt durch einen Rückenzapfen von *P. giganteum.* 1 : 230.
13. Stück eines Längsgefäßes von *P. giganteum*, vom Kiemendarm aus gesehen.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. fb

Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. pz

Fig. 7. lf bz qb ks D V qb

en b qb a ks Fig. 8. pb en

Fig. 9. lf en Fig. 10. D lf lb V Fig. 11.

Fig. 12. bz rz bb Fig. 13.

C. F. Winter'sche Verlagshandlung Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.



Metzger & Wittig, Leipzig.